



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA CHEMICKÁ**

FACULTY OF CHEMISTRY

**ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE**

INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

**VLIV ESTERŮ KYSELINY GLUTAROVÉ NA VYBRANÉ  
AKRYLÁTOVÉ A ALKYDOVÉ NÁTĚROVÉ SYSTÉMY**

THE INFLUENCE OF ESTERS OF GLUTARIC ACID TO THE SELECTED ACRYLIC AND ALKYD COATING SYSTEMS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Anna Holubová**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Jaromír Tulka, CSc.**

**BRNO 2017**

## Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1006/2016  
Ústav: Ústav fyzikální a spotřební chemie  
Studentka: **Bc. Anna Holubová**  
Studijní program: Spotřební chemie  
Studijní obor: Spotřební chemie  
Vedoucí práce: **Ing. Jaromír Tulka, CSc.**  
Akademický rok: 2016/17

### Název diplomové práce:

Vliv esterů kyseliny glutarové na vybrané akrylátové a alkydové nátěrové systémy

### Zadání diplomové práce:

1. Literární rešerše vlivu organických rozpouštědel na znehodnocování akrylátových a alkydových nátěrů.
2. Laboratorní testování vlivu rozpouštědel na bázi dimethyl-glutarátu a diisobutyl-glutarátu na akrylátové a alkydové nátěrové systémy. Zpracování výsledků, kvantifikace odolnosti testovaných nátěrových systémů.
3. Konfrontace laboratorních výsledků s modelem odolnosti polymerních bází nátěrů podle Hansenových parametrů rozpustnosti.

### Termín odevzdání diplomové práce: 5.5.2017

Diplomová práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí diplomové práce.

-----  
Bc. Anna Holubová  
student(ka)

-----  
Ing. Jaromír Tulka, CSc.  
vedoucí práce

-----  
prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2017

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Cílem této diplomové práce je studium a popis vzájemné interakce rozpouštědel patřících do skupiny tzv. green solvents na bázi esterů kyseliny glutarové a vybraných akrylátových a alkydových nátěrových systémů. V rámci experimentální části práce se sleduje odolnost nátěrových systémů proti účinkům rozpouštědel metodou kapkové zkoušky, která byla následně kombinována se stanovením přilnavosti nátěrového filmu pomocí mřížkové metody. Tyto experimenty proběhly podle odpovídajících norem v aktuálním znění.

## **ABSTRACT**

The aim of this diploma thesis is a study and description of a mutual interaction of solvents belonging to the green solvents group, specifically glutaric acid esters and selected acrylic and alkyd coating systems. In the experimental part of this thesis there is a study of a resistance of the coating systems to solvents by the spotting method, which is subsequently then combined with an adhesion experiment of the coating film by the cross-cut test. Those experiments are made according to matching methods in valid version.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Povrchové úpravy, nátěrové hmoty, akrylát, alkyd, green solvents, odolnost.

## **KEYWORDS**

Finish, coatings, acryl, alkyd, green solvents, resistance.

HOLUBOVÁ, A. *Vliv esterů kyseliny glutarové na vybrané akrylátové a alkydové nátěrové systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2017. 64 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaromír Tulka, CSc.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické, Vysokého učení technického v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana Fakulty chemické, Vysokého učení technického v Brně.

.....

podpis studenta

Poděkování:

Ráda bych touto cestou srdečně poděkovala panu Ing. Jaromíru Tulkovi, CSc. za cenné rady, odborné konzultace, vstřícnost a trpělivost při řešení této diplomové práce. Dále děkuji své rodině a svým blízkým přátelům za podporu během celého studia. Na závěr poděkování patří firmám Brenntag CR, s.r.o., PPG Deco Czech, a.s. a kolektivu Domu barev Brno.

# OBSAH

1 ÚVOD .....	7
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	8
2.1 Historie povrchových úprav a jejich vývoj .....	8
2.2 Význam povrchových úprav .....	10
2.3 Základní pojmy v povrchových úpravách.....	10
2.3.1 Nátěrová hmota, nátěr a nátěrový systém.....	10
2.3.1.1 Pojiva a změkčovadla.....	11
2.3.1.2 Pigmenty, plniva a barviva.....	13
2.3.1.3 Aditiva.....	14
2.3.2 Rozpouštědla a ředidla v nátěrových hmotách.....	14
2.3.2.1 Chlorovaná rozpouštědla.....	16
2.3.2.2 Estery .....	16
2.3.2.3 Green solvents .....	16
2.3.3 Znehodnocování .....	17
2.3.4 Polymery a jejich odolnost .....	17
2.3.5 Teorie parametru rozpustnosti $\delta$ .....	20
2.4 Rozdělení povrchových úprav.....	21
2.5 Rozdělení nátěrových hmot.....	22
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	24
3.1 Použité nátěrové systémy .....	24
3.1.1 Balakryl Antikor .....	25
3.1.2 Balakryl Základ .....	25
3.1.3 Balakryl UNI lesk.....	26
3.1.4 Balakryl Kov 2v1 .....	26
3.1.5 Primalex 2v1.....	27
3.1.6 Primalex Antikorozi barva .....	27
3.1.7 Primalex Základní barva na dřevo.....	28
3.1.8 Primalex Vrchní barva lesk .....	28
3.1.9 Johnstone's Professional Undercoat.....	29
3.1.10 Johnstone's Wood Primer.....	29
3.1.11 Johnstone's Professional Gloss .....	30
3.2 Příprava vzorků .....	31
3.2.1 Nevhodně skladované vzorky.....	31
3.3 Použitá rozpouštědla .....	33

3.3.1 Dichlormethan .....	33
3.3.2 Rhodiasolv IRIS .....	34
3.3.3 Rhodiasolv RDPE.....	34
3.3.4 Rhodiasolv DIB .....	36
3.3.5 Skywash.....	37
3.4 Stanovení lesku .....	37
3.5 Stanovení barevného odstínu .....	37
3.6 Zkoušky chemické odolnosti, kapková zkouška horizontální metodou.....	38
3.7 Stanovení přilnavosti mřížkovou metodou .....	38
3.8 Kombinace kapkové zkoušky a stanovení přilnavosti .....	39
4 VÝSLEDKY A DISKUSE.....	40
4.1 Výsledky stanovení lesku.....	40
4.2 Výsledky stanovení barevného odstínu.....	41
4.3 Výsledky stanovení chemické odolnosti .....	41
4.4 Výsledky stanovení přilnavosti .....	44
4.5 Výsledky stanovení chemické odolnosti v kombinaci se stanovením přilnavosti .....	45
4.6 Fotodokumentace .....	49
4.7 Konfrontace výsledků s Hansenovými parametry rozpustnosti.....	54
4.8 Grafické znázornění konfrontace výsledků.....	55
5 ZÁVĚR.....	59
6 POUŽITÉ ZDROJE .....	60
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	63
8 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....	64

# 1 ÚVOD

V současné době je mezi širokou veřejností velmi oblíbené pro běžné, drobné domácí opravy používat jednosložkové akrylátové a alkydové nátěrové hmoty. Jejich oblíbenost je především díky příznivým cenám, snadné aplikaci, i široké škále odstínů, do kterých je lze tónovat. Pro aplikaci a použití v interiéru lidé preferují vodou ředitelné nátěrové hmoty, protože ty mají nižší obsah těkavých organických látek, obvykle oficiálně označovaných pod zkratkou anglického termínu Volatile Organic Compounds čili VOC. Pro životní prostředí jsou těkavé organické látky například nebezpečné tím, že jsou schopny reagovat s oxidy dusíku a tím se významnou měrou podílejí na znečištění ovzduší.

Majorita vodou ředitelných nátěrových hmot je ekologicky šetrná k životnímu prostředí, jejich obaly a zbytky se nemusí likvidovat jako nebezpečný odpad a některé také mají podle současné legislativy atestace pro použití na dětské hračky a pro přímý styk se suchými potravinami. Obecně a při zohlednění dlouhodobých zkušeností je možné tvrdit, že syntetické alkydové nátěrové hmoty jsou odolnější proti povětrnostním vlivům ve srovnání s vodou ředitelnými akrylátovými nátěrovými hmotami. Syntetické nátěrové hmoty jsou zpravidla vybírány pro použití ve venkovních prostorech, na střechy, ploty, brány a jiné konstrukce.

Pro použití v průmyslu jsou preferovány spíše dvou a vícesložkové nátěrové hmoty. Při přípravě těchto nátěrových hmot před samotným procesem natírání je nutné smísit všechny příslušné složky v přesně daném poměru. Tyto informace uvádí výrobce v technickém listu. V okamžiku smísení jednotlivých komponent začíná běžet doba zpracovatelnosti a po jejím uplynutí již není možné nátěrovou hmotu znovu použít. Jednosložkové nátěrové hmoty se v průmyslu používají také, a to především právě pro jejich nenáročnost při aplikaci. Zákazníci také oceňují, že mohou být na počkání přesně tónovány podle mezinárodně užívaných vzorníků RAL a NCS tak, jak to obvykle vyžaduje příslušná dokumentace.

Protože životnost těchto povlaků není neomezená a je potřeba je udržovat a po čase obnovit, je mimo jiné vhodné před aplikací nové vrstvy nátěru povrch očistit a často i odstranit původní nátěrový film. V současné době se stále pro tento účel hojně používají rozpouštědla, která nejsou šetrná k životnímu prostředí ani k lidskému zdraví. Typickým příkladem v minulosti bylo rozpouštědlo dichlormethan, uváděný v běžné praxi pod zkratkou DCM. Nyní je použití tohoto rozpouštědla legislativně omezeno. Celosvětově je snahou tyto látky postupně nahradit přijatelnější alternativou, tato rozpouštědla se nazývají green solvents.

Proto je předmětem experimentální části této práce prozkoumat, jak společně interagují tato rozpouštědla s vybranými nátěrovými systémy. Na základě těchto nově získaných poznatků je do budoucna možné formulovat recepturu prostředku pro čištění i celkové odstranění nátěrového filmu, který však bude mít daleko příznivější vlastnosti oproti rozpouštědlům, která se v současné době stále ve značném objemu používají. Rozpouštědla typu green solvents vynikají tím, že nemají škodlivý vliv na životní prostředí i zdraví člověka, proto je také jejich použití z hlediska bezpečnosti práce mnohem výhodnější, dále nejsou explozivní, hořlavá, naopak jsou mnohem stabilnější.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Historie povrchových úprav a jejich vývoj

Historie povrchových úprav a samotný vznik nátěrových hmot je datován až do dalekého období pravěku. Archeologické nálezy dokazují, že již v té době byly z přírodních materiálů, například přírodních okrů, připravovány první primitivní nátěrové hmoty. Po důležitém objevu ohně se pro tehdejší povrchové úpravy začaly používat saze, popel a pálené rudy, později se přidaly další přírodní pigmenty. Mimo jiné bylo zjištěno, že aby nedocházelo ke sprášování barev a aby barvy měly lepší přilnavost k podkladu, je vhodné je rozmíchat v tekutém pojivu do formy suspenze, což platí dodnes. Jako pojivo se užívaly šťávy z rostlin a výrony stromů, živočišné tuky a jiné, snadno opatřitelné přírodní produkty. Významným objevem z pravěku, konkrétně z období mladšího paleolitu, tzv. magdalénia, jsou nástěnné malby zobrazující především motivy zvířat v řadě jeskyní, například v jeskyni Lascaux v jihozápadní Francii, viz *Obr. 1*.



*Obr. 1: Nástěnné malby zvířat v jeskynním komplexu Lascaux, [1]*

Přibližně od 5. století př. n. l. se jako pojiva používají přírodní oleje, balzámy, vosky, pryskyřice a vejce. Současně od této doby získávají povrchové úpravy novou funkci, dříve sloužily zejména k dekorativním účelům, nyní se používají také proti znehodnocování. Dřevo, používané v té době ve srovnání s kovy velmi hojně, poměrně rychle degradovalo působením atmosférických vlivů, vody, půdy a dalších činitelů. Pokud bylo upraveno nátěrem z výměšků rostlin, zejména stromů, případně jinými přírodními pryskyřicemi, jeho odolnost značně stoupla. Tato primitivní povrchová úprava totiž zabraňuje penetraci vody do povrchu dřeva. Přírodní pryskyřice jsou od té doby využívány k úpravám lidských obydlí, zbraní, lodí i jiných dřevěných a později kovových výrobků.

Jednou z nejstarších pryskyřic je šelak. Jde o produkt látkové výměny samiček asijských červů rodu *Lackshadia*, který lze najít na větvích morušovitých stromů. V Asii se dále objevují povrchové úpravy známé též jako japonský a čínský lak. Spočívají v použití olejového laku



z rostliny Škumpy fermežové, latinsky *Rhus vernicifera*, viz Obr. 2, který se nanáší v mnoha mezi sebou leštěných a broušených vrstvách.



Obr. 2: Škumpa fermežová, [2]

Historie výroby pigmentů spadá až do starého Egypta, jehož obyvatelé uměli připravit velice stále anorganické pigmenty ze sloučenin železa, mědi, olova a síry.

Od 17. století se vývoj v oblasti povrchových úprav a nátěrových hmot znatelně zrychluje. Rozvoj vědy obecně napomáhá k důležitým objevům a vynálezům. Z minerálu rutilu byl izolován oxid titaničitý, v průmyslu nátěrových hmot známý jako titanová běloba. Byl získán červený pigment rumělka a mezi dalšími například zinková běloba, ultramarín, pařížská modř, kobaltová modř, chromová žlut' a chromová zeleň.

Od 18. století se používají nové pryskyřice, mezi prvními kopálové pryskyřice. Později, kolem roku 1910, se objevují syntetické pryskyřice, jako první fenolformaldehydové pryskyřice. Od roku 1920 se vyrábějí nitrocelulóзовé laky, které vynikají v tom, že jsou rychleschnoucí, což bylo průlomové především v automobilovém průmyslu. Od roku 1930 se vyrábějí chlorkaučukové nátěrové hmoty, jejichž chemická odolnost proti agresivním látkám je excelentní. V roce 1931 jsou na trh uvedeny nátěrové hmoty na bázi alkydových pryskyřic, které patří k nejprodávanějším dodnes a v téže roce i první akrylátové nátěrové hmoty, které jsou nyní neméně oblíbené.

Při obecném pohledu na povrchové úpravy s použitím nátěrových hmot se dá říci, že současný vývoj je velmi rychlý. [1], [2], [3], [4], [5]

## 2.2 Význam povrchových úprav

Při volbě vhodných povrchových úprav se řeší vztahy mezi materiálem a prostředím, které jej znehodnocuje. Řešení této složité úlohy vede k úsilí vytvořit povrchovou úpravu výrobku potřebné jakosti, zejména v úrovni spolehlivosti a estetiky. Zohledňuje se přitom druh materiálu, zpracování materiálu, vliv prostředí a také vliv času během zmíněného procesu znehodnocování.

Vzhledem k obvyklému postavení povrchových úprav v technologických procesech výroby, je možné tvrdit, že se jim nedává dostatečný význam, a to zejména proto, že bývají součástí konečných kroků celého procesu. Velmi stručně a zjednodušeně se tedy dá říci, že vzhledem k tomu, že v některých případech povrchová úprava není výrobku na míru šitá, je nekvalitní nebo dokonce ani není možné ji kvalitně provést.

Změna přístupu a komplexní pohled na tuto úlohu umožňuje vznik nového, interdisciplinárního oboru povrchových úprav, kde se již při projektování, během příprav a technologických procesů, dále při přepravě, skladování, během provozu i při následných opravách a ošetřování, klade důraz na volbu vhodné povrchové úpravy daného výrobku splňující všechna požadovaná kritéria. [3]

## 2.3 Základní pojmy v povrchových úpravách

Povrchovými úpravami rozumíme všechny druhy úprav, které jsou prováděny na povrchu nejen konstrukčních materiálů za účelem změny. Cílem je zlepšení vlastností materiálu, přičemž se přihlíží k účelu použití výrobku, materiálovému složení, k účelu samotné povrchové úpravy a k dalším faktorům. Mezi významné povrchové úpravy řadíme anorganické vrstvy, kovové a plastové povlaky a velmi rozšířené nátěrové systémy. [3]

Pro jasnější uvedení do řešené problematiky budou vysvětleny vybrané pojmy související s probíraným tématem.

### 2.3.1 Nátěrová hmota, nátěr a nátěrový systém

Nátěrová hmota je druh chemického přípravku, který má formu tekuté až pastovité hmoty. Po nanesení na podklad v tenké vrstvě tvoří pevný, souvislý a přilnavý povlak, film, jinak nazývaný nátěr. Vzhled konečného nátěru může být různý: může být transparentní nebo netransparentní, může mít různé stupně lesku, od plného matu až po vysoce lesklý, také může tvořit film s různými plastickými úpravami a další.

Nátěrový systém charakterizuje celkovou povrchovou úpravu, sestávající se z jednotlivých jednovrstvých nátěrů. Nejčastěji je systém dvouvrstvý, sestává se z barvy základní a na ni navazuje barva vrchní, která je v přímém kontaktu s vnějším prostředím. Existují i samostatné nátěrové systémy jednovrstvé, které v sobě kombinují barvu základní a barvu vrchní, v odborné praxi jsou obvykle označovány pojmem 2v1. [3], [6]

Nátěrové hmoty tvoří složky, které můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- filmotvorné složky (pojiva a změkčovadla)
- netěkavé složky (pigmenty, plniva a barviva)
- těkavé složky (rozpouštědla, ředidla)
- ostatní přísady (aditiva)

### 2.3.1.1 Pojiva a změkčovadla

Pojiva a změkčovadla jsou velmi důležitou součástí nátěrových hmot. Jejich primární funkce spočívá v tom, že tvoří samotný, souvislý nátěrový film požadovaných vlastností. Výběr filmotvorné složky v konečném důsledku ovlivňuje vlastnosti nátěrových hmot a poté vytvořeného nátěrového filmu. Jednotlivé druhy filmotvorných složek se mezi sebou liší chemickými i fyzikálními vlastnostmi, například v odolnosti proti vlivům prostředí, lesku, pružnosti, přilnavosti, ohebnosti a tvrdosti.

Směs pojiva a těkavých složek se někdy nazývá pojidlo. Nejčastěji má formu transparentního roztoku, tzv. základního laku.

Dříve se jako základní pojiva používaly přírodní pryskyřice, například kopálové pryskyřice, které je možné získat z rostlin nebo šelak, který se získává pomocí hmyzu a dále ještě rostlinné oleje. Aktuálně mají čistě přírodní suroviny jen velmi charakteristické použití. Pro příklad touto výjimkou jsou laky určené pro povrchové úpravy hudebních nástrojů, malby, retušování a restaurování. Přírodní suroviny se mnohdy chemicky upravují, těmito procesy procházejí třeba právě kopálové pryskyřice, kalafuna, celulóza a rostlinné oleje. Objev chemických derivátů rostlinných olejů a poznání mechanismu jejich zasychání je velmi ceněný, jsou totiž základní surovinou ve výrobě alkydových pryskyřic. Nátěrové hmoty vytvořené podle nejnovějších trendů a poznatků mají svůj základ v syntetických pryskyřicích, mezi nejznámější a nejpoužívanější se řadí pryskyřice akrylátové, alkydové, polyuretanové, epoxidové, silikonové a řada dalších.

Úkolem změkčovadel je upravit vlastnosti makromolekulárních látek tak, aby se zlepšila například jejich zpracovatelnost, ohebnost a mrazuvzdornost. Jako změkčovadla se označují pouze látky, které umožňují jen změny fyzikální povahy. Tím je myšleno, že se zbylými složkami pojiva v průběhu tvorby filmu nikterak nereagují. V některých případech se změkčovadla zařazují do skupiny aditiv, vzhledem k tomu, že je možné jich přidávat jen omezené množství. Změkčovadla musí splňovat přísné požadavky, aby bylo možné je do receptury nátěrových hmot použít. Jedním z nich je požadavek na bezbarvou, čistou, nejvýše světle zabarvenou formu, která nijak neovlivní finální barevný odstín emailu a světlost transparentních laků. [3], [5], [6]

Experimentální část práce se bude zabývat zkoumáním vlivu vybraných organických rozpouštědel na bázi esterů kyseliny glutarové na chemickou odolnost nátěrových systémů, na bázi akrylátových a alkydových pryskyřic. Z tohoto důvodu, budou níže tato pojiva popsána podrobněji.

## Akrylátové pryskyřice

Po chemické stránce jde o pryskyřice syntetizované esterifikací kyseliny akrylové a metakrylové. Použití akrylátových pryskyřic je aktuálně velmi časté, v první řadě se používají do vodou ředitelných disperzních nátěrových hmot. Pojivovou frakci nátěrových hmot tohoto druhu tvoří malé kulovité částice polymeru dispergované ve vodě, pro stabilizaci se obvykle do systému přidávají ochranné koloidy.

Akrylátové pryskyřice mají celou řadu výhodných vlastností, mají vysokou odolnost proti povětrnostním vlivům, působením UV záření nežloutnou a nestárnou, mají výbornou přilnavost i ke konstrukcím z lehkých kovů. Jsou transparentní, vynikají také v tom, že nereagují s pigmenty, proto je možné je snadno pigmentovat do pestré palety barevných odstínů.

Lze to dokumentovat u nátěrové hmoty Balakryl UNI lesk, která byla zařazena mezi nátěrové hmoty používané v experimentální části. Mimo jiné má nespornou výhodu v tom, že byla úspěšně atestována pro použití na dětské hračky a pro přímý styk se suchými potravinami. Mezi zákazníky je také oblíbená pro relativně krátkou dobu schnutí. Při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti 50 % je na dotek suchá za dvě hodiny a přetíratelná za čtyři až šest hodin. Nátěrová hmota Balakryl UNI lesk byla Ministerstvem životního prostředí České republiky certifikována jako ekologicky šetrný výrobek. Dalším benefitem je, že obaly od těchto barev je možné likvidovat v běžném komunálním odpadu, protože receptura tohoto výrobku, ale i dalších z portfolia značky, neobsahuje látky ohrožující životní prostředí, jako jiné nátěrové hmoty, který by podle aktuální legislativy v platném znění měly být likvidovány na skládkách nebezpečného odpadu. Ekologické šetrné barvy často zastupují nátěrové hmoty vodou ředitelné na bázi akrylátových pryskyřic, ale objevují se i ekologické alkydové vodou ředitelné nátěrové hmoty. [5], [6], [7], [8], [9]

## Alkydové pryskyřice

Alkydové pryskyřice jsou polyestery vybraných monokarboxylových i polykarboxylových kyselin a polyalkoholů modifikované mastnými kyselinami vysychavých i nevysychavých olejů. Podle druhu použitého oleje se alkydové pryskyřice diferencují do dvou skupin na:

- alkydové pryskyřice na vzduchu schnoucí (ty byly vystaveny modifikaci lněným, dehydratovaným ricinovým, sójovým nebo tungovým olejem)
- alkydové pryskyřice vypalovací (prošly modifikací ricinovým olejem)

Název alkyd je jednoduše odvozen od základních surovin uvedených v anglickém jazyce, čili alcohol a acid formuluje alkyd.

U filmotvorných složek se často vyskytují kombinace alkydových pryskyřic s jinými pryskyřicemi, například pro rychleschnoucí nátěrové hmoty se kombinují s chlorkaučukem. Alkydové pryskyřice jsou rozpustné v běžně užívaných organických rozpouštědlech, jako je třeba xylen a v lakovém benzínu. Oproti nátěrovým hmotám na olejové bázi, které by se daly označit za jejich předchůdce, mají několik výhod. První z nich je ta, že jsou šetrnější k přírodě v tom smyslu, že šetří olej jako surovinu přírodního původu. Ve srovnání s olejovými nátěrovými hmotami rychleji zasychají. V jejich receptuře jsou obvykle zastoupeny sušidla neboli sikativy, což jsou povětšinou sloučeniny organokovového původu.

Nátěrové hmoty, jejichž základem jsou alkydové pryskyřice, se vyrábějí ve formě transparentních laků, základních barev na kov obohacených o antikorozní pigmenty, jako je třeba fosforečnan zinečnatý, i základních barev na dřevo, vrchních emailů určených rovněž pro povrchovou úpravu kovů i dřeva, dokonce i alkydových tmelů sloužících ke tmelení jak kovů, tak i dřeva. [5], [6], [7], [10]

### 2.3.1.2 Pigmenty, plniva a barviva

Pigmenty jsou látky organického, anorganického nebo i směsného původu. Na rozdíl od barviv, nejsou rozpustné v pojivech a rozpouštědlech. Úkolem pigmentů je dát nátěrové hmotě požadovaný barevný odstín, ovlivňují tedy úroveň estetiky konečné povrchové úpravy. Podle přítomnosti pigmentu v systému se nátěrové hmoty dělí na laky, kde se pigmenty nepoužívají, a proto jsou transparentní a barvy, kde se pigmenty používají. Společně s plnivem jsou pak tyto dvě složky zodpovědné za krycí schopnost nátěrové hmoty.

Další, mnohdy opomíjenou vlastností pigmentů je světlostálost. Působením UV záření totiž některé pigmenty mění své barevné vlastnosti. U některých organických pigmentů dochází k blednutí, oproti původnímu barevnému odstínu se nyní stává světlejší a méně sytý. Naopak vybrané anorganické pigmenty podléhají tmavnutí. Pro zhotovování povrchových úprav umístěných ve venkovním prostoru tyto pigmenty nejsou vhodné. Typickým příkladem použití pigmentů s nízkou světlostálostí jsou fasády v tónech oranžové a červené, které v průběhu několika málo let změnilly svůj odstín do tónů žluté a růžové. Se světlostálostí souvisí i odolnost vůči povětrnostním vlivům. Na problém je třeba pohlížet komplexně, tedy jak pigment ovlivňuje vlastnosti celé soustavy, celého nátěrového systému. Jako příklad je možné uvést postupné vymývání pigmentu ze soustavy účinkem deště a s tím souviselé znehodnocení nátěrového systému.

Pojem plnivo není jednoznačně technicky definován. Hlavní úkol plniva spočívá ve vyztužení struktury konečného nátěrového filmu, čímž může zásadně zlepšit jeho konečné vlastnosti. Jako plniva se do receptur nátěrových hmot přidávají látky, jejichž chemickou stálost je možné hodnotit jako dobrou až vynikající, na rozdíl od pigmentů, které jsou často méně stabilními chemickými sloučeninami. Typickým příkladem plniva je síran barnatý, vžitým názvem těživec nebo křemičitan hořečnatý.

Na první pohled nemusí být zřejmá důležitost vztahu pigmentů, pojiv a nátěrového filmu. Jakost použitých surovin a vzájemný objemový poměr pigmentů a pojiv významně ovlivňuje kvalitu nátěrového filmu, a to jak po stránce estetické, tak také po stránce spolehlivosti. Ve 20. letech minulého století byl na téma této problematiky proveden první výzkum, kdy byl sledován vliv objemového složení směsi bílých pigmentů v olejovém pojivu na odolnost nátěru. Výsledky tohoto výzkumu byly rozvinuty ve 40. letech minulého století dvojicí vědců Asbecem a Van Looem, kdy byla prokázána závislost technologických vlastností, například lesku a paropropustnosti nátěrového filmu na objemové koncentraci pigmentu, zkráceně OKP. Dále bylo zjištěno, že pro určitou hodnotu OKP dochází k výrazné, skokové změně těchto vlastností. Byl zaveden další termín, a sice kritická objemová koncentrace pigmentu, uváděna pod zkratkou KOKP. [3], [5], [6]

### 2.3.1.3 Aditiva

Aditiva jsou pomocné látky, jejichž zastoupení v recepturách nátěrových hmot se pohybuje od desetin procenta maximálně po jedno procento. Přidání aditiv je čistě účelové, napomáhají zlepšení všech možných vlastností.

Nejčastěji se aditiva do receptur nátěrových hmot dodávají, aby pomohla stabilizovat neuspořádaný systém suspenze. Během výroby nátěrových hmot se rozměňují pevné aglomeráty, pigmenty a plniva, v pojivech. Celý tento proces se odehrává ve speciálních míchačkách nebo mlýnech. Aby se pigmenty a plniva v roztoku dobře rozptýlily, musí být dostatečně smáčeny roztokem pojiva. V případě alkydových pryskyřic jsou smáčecí vlastnosti velmi dobré, proto přidání dispergačních aditiv není nutné. Naopak pro pryskyřice akrylátové je použití dispergačních aditiv nezbytné.

Rychlost, s jakou jsou pigmenty a plniva pojivem smáčeny, tedy rychlost, s jakou je unášen vzduch a vlhkost, která se adsorbovala na povrchu těchto částic, závisí na hodnotě mezifázového napětí na rozhraní mezi těmito pevnými částicemi a kapalinou. Aby byla dispergace systému usnadněna, je výhodné přidat dispergační aditivum, tedy povrchově aktivní látku, která sníží mezifázové napětí a tím také zlepši smáčení. [5], [6]

### 2.3.2 Rozpouštědla a ředitla v nátěrových hmotách

Rozpouštědla jsou kapalné látky organického původu, které mají schopnost rozpouštět pojivo. Rozpouštěním pojiva nedochází k jeho chemickým změnám. Rozpouštědla se při tomto ději používají za účelem vytvořit nátěrovou hmotu o přijatelných reologických a aplikačních vlastnostech. U každého rozpouštědla, jehož použití je plánováno, je vhodné znát alespoň následující vlastnosti: rozpouštěcí schopnost, těkavost, stabilita, toxicita, hořlavost a barva.

Za již zmíněné vodou ředitelné nátěrové hmoty se považují takové směsi látek, kde objem těkavých organických látek nepřesáhne 10 %, aktuálně se však ve většině případů pohybuje okolo 3 % a méně. Co se týká rozpouštědlových nátěrových hmot, tak v tomto případě jsou objemová procenta použitých rozpouštědel výrazně vyšší, což lze opět dokumentovat u nátěrových hmot, které byly použity pro účely experimentální části této práce. Vrchní vodou ředitelná nátěrová hmota Balakryl UNI lesk má ve své receptuře obsaženo maximálně 0,065 % hm. organických rozpouštědel. Rozpouštědlová nátěrová hmota Johnstone's Professional Gloss má uveden obsah sušiny 65 % obj., zbylých 35 % obj. tedy připadá na těkavé složky. Nátěrová hmota Primalex Vrchní barva lesk má v porovnání s výše uvedenou vyšší obsah sušiny, a to 75 % obj., takže těkavé složky jsou zastoupeny poměrem 25 % obj. Zastoupení těkavých složek v recepturách nátěrových hmot je, přes veškeré inovace a neustálý vývoj, stále vnímáno jako vysoké. Do budoucna je snahou používání rozpouštědel zásadně omezit, v nejlepším případě úplně vyloučit.

Podle rozpouštěcí schopnosti se rozpouštědla dělí na pravá a nepravá. Pravá rozpouštědla rozpouštějí pojiva dokonale. Platí nepřímá úměra, čím je pro shodnou koncentraci rozpouštědel viskozita roztoku menší, tím je rozpouštěcí schopnost rozpouštědla větší. Nepravá rozpouštědla rozpouštějí pojivo jen ve směsi s pravým rozpouštědlem.

Mimo diferenciaci podle rozpouštěcí schopnosti je rozpouštědla možné dělit do skupin na základě dalších kritérií.

Podle chemického složení dělíme rozpouštědla do těchto základních skupin:

- alifatické uhlovodíky – benzin extrakční, benzin lakový, jinak označovaný jako white spirit, atd.
- aromatické uhlovodíky – benzen, toluen a xylen, atd.
- chlorované uhlovodíky – dichlormethan, dichlorethan a chlorbenzen, atd.
- nitroparafíny – nitroethan, nitropropan, atd.
- alkoholy – ethanol, butanol, atd.
- ketony – aceton, cyklohexanon, methylcyklohexanon, atd.
- estery – ethylacetát, butylacetát, atd.
- glykoletery – ethylglykol, butylglykol, etylenglykol, atd.
- acetaly – 1,3-dioxolan, atd.
- ostatní – například N-metyl-2-pyrrolidon

Dělení rozpouštědel podle odpařivosti (číslo odpařivosti etheru = 1):

- rozpouštědla snadno těkavá – číslo odpařivosti pod 8
- rozpouštědla středně těkavá – číslo odpařivosti 8 – 15
- rozpouštědla pomalu těkavá – číslo odpařivosti 15 – 50
- rozpouštědla těžce těkavá – číslo odpařivosti nad 50

Podle bodu varu rozlišujeme rozpouštědla na:

- lehká rozpouštědla – s bodem varu do 100 °C
- střední rozpouštědla – s bodem varu 100 – 150 °C
- těžká rozpouštědla – s bodem varu nad 150 °C

Podle bodu vzplanutí a bodu varu dělíme rozpouštědla dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské Unie č. 1272/2008 do následujících kategorií:

- 1. kategorie - bod vzplanutí < 23 °C a počáteční bod varu  $\leq$  35 °C, označované jako extrémně hořlavé kapaliny a páry
- 2. kategorie - bod vzplanutí < 23 °C a počáteční bod varu > 35 °C, označované jako vysoce hořlavé kapaliny a páry
- 3. kategorie - bod vzplanutí  $\geq$  23 °C a zároveň  $\leq$  60 °C, označované jako hořlavé kapaliny a páry

Ředidla jsou směsi organických rozpouštědel a jsou určeny k ředění již hotových nátěrových hmot. Výsledkem procesu ředění je taková konzistence nátěrové hmoty, že její aplikace je výrazně snazší, dochází tedy ke snížení její viskosity. Každá konkrétní nátěrová hmota má určené vhodné ředidlo, které se mimo jiné může lišit i pro různé aplikační postupy. Výběr nevhodného ředidla může způsobit vysrážení pojiva, následky tohoto chybného kroku se po vytvoření nátěrového filmu mohou projevit povrchovými defekty. [3], [5], [6], [11], [12], [13]

### 2.3.2.1 Chlorovaná rozpouštědla

Chlorovaná rozpouštědla byla a stále jsou v odvětví povrchových úprav velice oblíbená. Mají vynikající čistící a odmašťující schopnosti a jsou jednou z obvyklých složek odstraňovačů nátěrů. Na druhou stranu není možné zanedbat jejich negativní a nebezpečný vliv na životní prostředí a zdraví lidí. Z tohoto důvodu bylo Evropskou komisí vydáno nařízení 199/13/EC o těkavých organických látkách, které utkvělo v podvědomí odborné veřejnosti pod zkratkou SED z anglického Solvent Emissions Directive. Toto nařízení definuje těkavé organické látky, podává souhrnné informace o jejich dopadu a stanovuje emisní limity těchto látek.

Běžně používané chlorované rozpouštědlo v průmyslu povrchových úprav a nátěrových hmot je dichlormethan. Jeho negativní vlastnosti se projevují především v jeho narkotickém účinku, dráždí oči i kůži a při expozici lidského organismu touto látkou může postupně dojít i k poškození jater. [6], [14]

### 2.3.2.2 Estery

Estery jsou významná rozpouštědla filmotvorných látek, také se řadí mezi nejlepší a nejčastěji používaná rozpouštědla v průmyslu nátěrových hmot. Syntetizují se specifickou reakcí kyseliny s alkoholem. Esterová rozpouštědla výborně rozpouštějí nitrocelulózu a přírodní i syntetické pryskyřice. Nevýhodou je, že jsou poměrně nestálá, většina z nich má poměrně nízký bod varu. Naopak výhodou je, že jejich použití ve směsích s alkoholy zlepšuje rozpouštěcí schopnost esteru a může ovlivnit i rozliv nátěrové hmoty a lesk zhotoveného nátěru. [5], [15]

### 2.3.2.3 Green solvents

Při obecném pohledu na rozpouštědla je možné konstatovat, že se dostávají do přímého styku s lidmi a okolním prostředím. Rozpouštědla, která jsou v současné době používána v majoritě, bohužel mají negativní dopad na životní prostředí i lidské zdraví. Také nakládání s odpady tohoto druhu a jejich případná recyklace spotřebuje nemalé finanční prostředky. Samozřejmě je možné průmyslové kapaliny i regenerovat, tato cesta však vede přes složité a zdlouhavé procesy. Obvykle je jedinou použitelnou technikou membránová separace, kdy se zpracovávaná kapalina přivádí na aktivní filtrační vrstvu membrány o specifické velikosti pórů a postupně se oddělují jednotlivé frakce. Z tohoto důvodu je aktuálně i do budoucna snahou jejich používání co nejvíce eliminovat a nahradit je vhodnější alternativou, která nemá tak negativní vliv na naše okolí a zdraví. Tato alternativa se označuje termínem green solvents.

Mezi kritéria při zařazení rozpouštědla do této skupiny patří: netěkavost, netoxičita, vysoký bod vzplanutí, rozpouštědla musí být stabilní, nehořlavá a neexplozivní, s ohledem na lidské zdraví nekarcinogenní a nemutagenní a s ohledem na životní prostředí bezpečná. [6], [16], [17], [18]



### 2.3.3 Znehodnocování

Znehodnocování je děj, během kterého daný výrobek nebo konkrétně povrchová úprava ztrácí na hodnotě. Znehodnocování může postoupit do takové fáze, kdy je nutná renovace dané povrchové úpravy, která kolikrát bývá nákladná a náročná. Při technickém pohledu na problematiku znehodnocování se tímto dějem rozumí změny způsobené vlivem okolního prostředí, které následně vedou ke snižování nebo úplné ztrátě užitných vlastností výrobku.

Při popisu znehodnocování vlivem okolního prostředí je třeba zohlednit celek jako podsystem výrobku a podsystem prostředí, kdy ke znehodnocování dochází v určitém časovém intervalu, a navíc se během tohoto časového úseku mohou měnit podmínky vzájemné interakce.

Obecně se procesy znehodnocování označují termíny jako koroze, degradace, destrukce, stárnutí, hniloba, atd. Při jejich popisu je nutné je vždy blíže specifikovat.

Hlavním činitelem děje znehodnocování je chemické složení znehodnocujícího prostředí. Má vliv na mechanismus procesu i jeho kinetiku. [3]

### 2.3.4 Polymery a jejich odolnost

Vystavíme-li polymer působení okolního prostředí se znehodnocujícím vlivem, pak postupně dochází k těmto jednotlivým dějům:

- adsorpce aktivních složek prostředí na povrch polymeru
- difuze aktivních složek polymerem
- botnání až rozpouštění polymeru
- chemická interakce prostředí a polymeru

Z běžné praxe je známo, že zmíněné děje se kombinují, jeden doprovází další. Pokud vnější prostředí započne difuzi aktivní látky a další procesy jako je například botnání, ještě neprobíhají, pak se estetické ani fyzikální vlastnosti zkoumaného polymerního materiálu prozatím nemění. Typické náznaky botnání jsou patrné ve změně objemu materiálu, změně mechanických, optických, estetických a dalších vlastností. V případě, že chemická interakce nadále pokračuje, pokračuje i projev změn způsobených botnáním, jen jejich kvalitativní i kvantitativní charakter se prohlubuje. Ve finálním stádiu může dojít i k delaminaci, neboli separaci vzájemně propojených vrstev zkoumaného materiálu. Podle změn, které při interakci nastaly, se chemická prostředí dělí na fyzikálně aktivní a na chemicky aktivní.

V případě, že na polymerní materiál působí fyzikálně aktivní prostředí, nedochází k chemickým reakcím a způsobené změny jsou vratné. Projevem fyzikálně aktivního prostředí je botnání, které postupně může přecházet i v rozpouštění. Nevratné změny se působením fyzikálně aktivního prostředí mohou projevit, pokud je polymerní materiál obohacen o aditiva, která se právě interakcí s tímto prostředím rozpouštějí nebo vymývají.

Odolnost polymeru při interakci s prostředím se dá přibližně posoudit na základě znalostí polarity interagujících systémů, tedy polarity polymeru a polarity prostředí. Obecně je známo, že nepolární polymery odolávají nepolárním rozpouštědlům a v polárních rozpouštědlech botnají. Velikost polarity udává parametr rozpustnosti  $\delta$ . Čím menší je rozdíl parametru rozpustnosti  $\delta$  pro polymery a parametru rozpustnosti  $\delta$  pro prostředí, tím lépe probíhá botnání nebo rozpouštění. Za hraniční hodnotu rozdílu pro dobrou rozpustnost polymeru v rozpouštědle

se jako maximum považuje hodnota 6 MPa<sup>1/2</sup>. Hodnoty parametrů rozpustnosti pro vybrané polymerní materiály a vybraná chemická prostředí poskytuje *Tab. 1*.

*Tab. 1: Hodnoty parametrů rozpustnosti pro vybrané polymerní materiály a chemická prostředí, [3]*

Parametr rozpustnosti polymerního materiálu $\delta_m$ , MPa <sup>1/2</sup>		Parametr rozpustnosti chemického prostředí $\delta_p$ , MPa <sup>1/2</sup>	
Polytetrafluorethylen	12,68	Hexan	14,83
Polyethylen	16,16	Diethylether	15,14
Přírodní kaučuk	16,57	Tetrachlormethan	17,59
Polypropylen	16,77	Xylen	18,00
Butadien-styren kaučuk	17,18	Toluen	18,29
Polystyren	17,80	Benzen	18,92
Polyvinylacetát	19,23	Aceton	20,23
Polyvinylchlorid	19,84	Kyselina octová	20,66
Epoxidová pryskyřice	22,30	Amoniak	24,34
Polyurethan	24,34	Ethanol	26,18
Polyamid	28,23	Methanol	29,62
Polyvinylalkohol	47,86	Voda	48,68

Odolnost polymerů proti účinkům fyzikálně aktivního prostředí také ovlivňuje stupeň zesílení polymeru, koncentrace a teplota prostředí, časový průběh interakce a další faktory.

Botnavost polymeru je závislá na dvou faktorech, na jeho struktuře a na jeho interakci s rozpouštědlem. Pro kvantitativní popis botnavosti polymerů se zavádí veličina koeficient botnání  $Q$ , který lze stanovit ze vztahu:

$$Q = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{rozp.}}} \quad (1)$$

kde  $m_1$  je hmotnost nenabotnalého polymeru,  $m_2$  je hmotnost nabotnalého polymeru a  $\rho_{\text{rozp.}}$  je hustota použitého rozpouštědla.

Vzájemná interakce chemicky aktivního prostředí s polymerem má za následek nevratné změny, které se projevují zejména ve změnách funkčních vlastností polymerního materiálu. Srovnání odolnosti vybraných pojmů proti různým vlivům jak chemicky, tak fyzikálně aktivního prostředí poskytuje *Tab. 2*. V tomto případě není vhodné nátěrovou hmotu uplatňovat pro danou specifickou aplikaci, pokud je index menší než hodnota 6, pro náročnější aplikace menší než

hodnota 8. Za univerzální ochranu je možné považovat nátěrovou hmotu s celkovým indexem nad hodnotu 75. [3], [5], [19], [20]

Tab. 2: Srovnání odolnosti vybraných pojiv nátěrových hmot, [20]

pojivo	sluneční světlo a povětrnost	napětí a úder	otěr	teplo	voda	solí	rozpouštědla	alkálie	kyseliny	oxidace	celkem
polychloropren	8	10	10	10	10	10	4	10	10	6	88
vinylchloridové polymery a kopoly- mery	10	8	7	7	10	10	5	10	10	10	87
epoxidové prys- kyřice	9	3	6	9	10	10	8	9	10	6	80
chlorkaučuk	7	7	7	5	10	10	3	10	10	9	78
styrenové kopoly- mery	6	6	7	6	10	10	4	10	10	8	77
furanové prysky- řice	8	1	5	9	10	10	10	10	10	2	75
fenolické prysky- řice	9	2	5	10	10	10	10	2	10	7	75
modifikované al- kydy	10	4	6	8	8	8	4	6	6	3	63
asfalty	7	5	3	4	10	10	2	7	10	2	60
rostlinné oleje	10	4	4	7	7	6	2	1	1	1	43

### 2.3.5 Teorie parametru rozpustnosti $\delta$

Rozpustnost látky v daném rozpouštědle nejvíce ovlivňuje analogie mezimolekulových sil, tedy silových interakcí a polarity. Za vzájemnou soudržnost molekul odpovídají elektrostatické síly. Pokud jsou tyto síly větší pro rozpouštědlo než pro rozpuštěnou látku, tak pak rozpouštědlo proniká mezi molekuly látky a započne se proces rozpouštění. Rozpouštěcí schopnosti charakterizuje parametr rozpustnosti  $\delta$ .

V prvotní teorii podle Hildebranda, která předchází teorii podle Hansena je parametr rozpustnosti kapaliny  $\delta_i$  uveden jako druhá odmocnina z hustoty kohezní energie podle následující rovnice:

$$\delta_i = \sqrt{E_{v,i}} = [\Delta U_i / \Delta V_i]^{1/2} \quad (2)$$

kde  $\Delta U_i$  je změna vnitřní energie nasycené kapaliny  $i$  při jejím isotermickém odpařování do ideálního plynného stavu při nekonečném objemu.  $\Delta U_i$  lze také vyjádřit pomocí hodnoty změny molární entalpie při isotermickém odpařování 1 molu této nasycené kapaliny  $\Delta H_i$  při teplotě  $T$ :

$$-U = \Delta U_i = \Delta H_i - RT \quad (3)$$

Při popisu kohezní energie čisté kapalné látky hovoříme o energii všech vzájemných sil mezi jednotlivými molekulami. Tyto síly odpovídají za kapalný stav popisované látky. Absolutní hodnota jejich energie se rovná energii, kterou je třeba dodat k překonání všech těchto sil mezi molekulami kapaliny za dané teploty. Dodáním této energie dojde k oddálení těchto molekul alespoň do takové vzdálenosti, že jejich vzájemné interakce lze považovat za zanedbatelné. Zestručníme-li popisovanou energii, pak jde o energii, která je třeba k přechodu z kapalného skupenství látky do ideálního plynu. Tento přechod je základem pro experimentální stanovení parametru rozpustnosti kapalin.

Teorie podle Hildebranda je velmi zjednodušená a funkční pouze pro nepolární systémy. Její slabina je v tom, že nepočítá s vlivem interakcí, jako jsou například vodíkové vazby. Z tohoto důvodu se v běžné praxi užívá Burrellova rozdělení rozpouštědel podle síly vodíkových vazeb. Rozpouštědla se podle Burrella řadí do tří skupin na: rozpouštědla se slabými vodíkovými vazbami, kde většinou interagují jen síly disperzní povahy, rozpouštědla se středně silnými vodíkovými vazbami neboli interakcemi polárních skupin a rozpouštědla se silnými vodíkovými vazbami, které svou povahou odpovídají vodíkovým můstkům.

Celková kohezní energie je dána součtem kohezních energií s vlastními příspěvky jednotlivých typů interakcí:

$$E = E_d + E_p + E_h \quad (4)$$

kde  $E_d$  je příspěvek disperzních sil,  $E_p$  je příspěvek polárních a  $E_h$  je příspěvek vodíkových vazeb. Aby byly tyto příspěvky zohledněny do parametru rozpustnosti, byl zaveden tzv. totální parametr rozpustnosti  $\delta_{\text{total}}$ .

$$\delta_{\text{total}}^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2 \quad (5)$$

$\delta_d$  značí nepolární disperzní síly,  $\delta_p$  popisuje interakce typu dipól-dipól u polárních skupin a  $\delta_h$  patří vodíkovým můstkům nebo jiným asociativním vazbám. Tyto tři veličiny se označují jako Hansenovy parametry rozpustnosti. [21], [22], [23], [24]

## 2.4 Rozdělení povrchových úprav

Existuje mnoho kritérií, na jejichž základě je možné povrchové úpravy diferenciovat do různých skupin. Podle účelu použití dělíme povrchové úpravy na:

- ochranné
- s dekorativním účelem
- speciální

Povrchové úpravy ochranné slouží především k ochraně proti vlivům vnějšího prostředí. Těmito vlivy mohou být vlivy klimatické, jako jsou teplota, vlhkost, přítomnost UV záření. Další skupinou biotické vlivy, které se nejčastěji projevují u materiálů ze dřeva, jde o dřevokazné houby, hmyz, plísňe a další. Dále sem spadá působení korozního prostředí, mechanické vlivy a jiné, speciální vlivy.

Povrchové úpravy s dekorativním účelem ovlivňují úroveň estetiky především svým barevným odstínem, stupněm lesku, různými dekorativními vzory a dalšími charakteristickými estetickými požadavky.

Povrchové úpravy speciální v kladném smyslu ovlivňují tvrdost povrchu, jeho odolnost proti opotřebení, vysokým teplotám, ohni, umožňují zvýšení elektrické vodivosti a zlepšení dalších specifických vlastností.

Jeden systém povrchových úprav může mít více účelů použití, které se mezi sebou navzájem kombinují, v tomto případě se užívá kombinovaného označení pro daný systém. Dalším kritériem je funkce povrchových úprav a jiné. [3]

## 2.5 Rozdělení nátěrových hmot

I pro nátěrové hmoty existuje mnoho kritérií, na jejichž základě je možné je lze dělit do různých skupin.

Dělení nátěrových hmot podle způsobu tvorby nátěrového filmu:

- fyzikálně zasychající nátěrové hmoty
- chemicky vytvrzované nátěrové hmoty

U fyzikálně zasychajících nátěrových hmot nedochází během procesu tvorby filmu k žádným chemickým změnám u filmotvorné složky. U rozpouštědlových nátěrových hmot dochází k postupnému odpařování těkavých složek. To závisí především na teplotě prostředí, ve kterém se nátěr zhotovuje. Povlak je rozpustný v původním rozpouštědle, takže proces se dá do jisté míry označit za vratný. U vodou ředitelných nátěrových hmot po odpaření vody dochází ke koalescenci dispergovaného pojiva. Doba zasychání závisí také na teplotě, ale především na proudění vzduchu a jeho relativní vlhkosti. Tyto nátěrové hmoty jsou obvykle méně chemicky odolné.

U chemicky vytvrzovaných nátěrových hmot se nátěrový film tvoří chemickou reakcí, obvykle oxidací nebo polymerací, kdy se z nízkomolekulárních látek stávají látky vysokomolekulární. U oxidačně vytvrzovaných nátěrových hmot po odpaření těkavé frakce nátěrový film vzniká reakcí pojiva se vzdušným kyslíkem. Tento proces je typický pro nátěrové hmoty, jejichž pojivem jsou alkydové pryskyřice. Dalším zástupcem této skupiny jsou nátěrové hmoty vytvrzované vzdušnou vlhkostí, která má za následek chemickou reakci. Existují i nátěrové hmoty, jejichž film vzniká kombinací fyzikálních i chemických pochodů, tedy současně odpařením rozpouštědla a chemickou reakcí. Odolnost nátěrových hmot tohoto typu je vyšší.

Dělení nátěrových hmot podle obsahu pigmentu:

- transparentní
- pigmentované

K transparentním se řadí napouštědla, fermeže, laky, politury a emulze. Úkolem napouštědel je ošetřit dřevo před nátěrem. Obvykle se používají na surové dřevo jako určitá příprava povrchu před prvním nátěrem, kdy ovlivňují jeho savost a tím pádem i spotřebu nátěrových hmot pro další vrstvy. Součástí jejich receptury jsou i biocidní látky, které mají do budoucna sloužit jako ochrana proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním. Do skupiny pigmentovaných nátěrových hmot spadají základní nátěrové hmoty, vrchní nátěrové hmoty, někdy označované jako emaily, plniče pórů a tmely. Vzhledem k pastovité konzistenci lze usuzovat, že největší obsah pigmentů a plniv mají tmely. Jejich úkolem je vyrovnat ošetřovaný povrch před zhotovením prvního nátěru, někdy se ještě jako mezivrstva mezi tmelem a prvním nátěrem přidávají plniče pórů. Základní barvy také mají poměrně vysoký obsah netěkavých složek, až na výjimky tvoří matný nátěrový film. Pro každý povrch existují specifické základní nátěrové hmoty. Existují druhy na dřevo, na kovy, na plasty a jiné. Tmely, plniče a základní nátěrové hmoty slouží jako určitá příprava pro další vrstvy nátěrového systému, umožňují například zvýšit přilnavost následující vrstvy. Vrchní nátěrové hmoty mají nižší podíl pigmentů a plniv, dosahují různých stupňů lesku a slouží jako finální povrchová úprava.

Dalším kritériem je počet složek, ze kterých se nátěrová hmota sestává. Nátěrové hmoty jednosložkové, v odborné praxi označované také jako 1K, což je zkratka ke slovu jednocomponentní, nepotřebují před aplikací smísit se žádnou další složkou, která by umožnila jejich

zasychání nebo vytvrzování. Nátěrové hmoty 2K čili dvousložkové se před aplikací musí smísit s další složkou jako je tužidlo, katalyzátor nebo iniciátor v předem určeném poměru. V okamžiku smísení začíná běžet doba zpracovatelnosti, během které je nutné směs aplikovat, po uplynutí této doby ji totiž není možné použít, protože razantně zhoustne a hustotu není možné upravit ani pomocí ředidla. Existují i nátěrové hmoty vícesložkové. [3], [4], [6]

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V experimentální části této diplomové práce byly stanoveny v průmyslu běžné posuzované vlastnosti nátěrových filmů, jako je lesk, barevný odstín a přilnavost. Experiment dále pokračuje kapkovou zkouškou podle normy ČSN EN ISO 2812-4 a kombinací této zkoušky se stanovením přilnavosti mřížkovou metodou dle normy ČSN EN ISO 2409.

#### 3.1 Použité nátěrové systémy

Pro experimentální část práce byly zvoleny vybrané akrylátové a alkydové nátěrové systémy viz *Tab. 3*.

*Tab. 3: Nátěrové systémy pro experimentální část*

	Akrylátové		Alkydové	
	Základní nátěr	Vrchní nátěr	Základní nátěr	Vrchní nátěr
Na kov	Balakryl Antikor	Balakryl UNI lesk	Primalex Antikorozní barva	Primalex Vrchní barva lesk
Na dřevo	Balakryl Základ		Primalex Základní barva	
Na kov			Johnstone's Univerzal Primer	Johnstone's Professional Gloss
Na dřevo			Johnstone's Wood Primer	
Na kov typu 2v1	Balakryl Kov 2v1		Primalex 2v1	



### 3.1.1 Balakryl Antikor

Balakryl Antikor je akrylátová vodou ředitelná základní nátěrová hmota na různé druhy kovů. Poskytuje dlouhodobou ochranu proti korozi. Při aplikaci nezapáchá. Základní technické informace o této nátěrové hmotě poskytuje *Tab. 4*.

*Tab. 4: Technické informace o Balakrylu Antikor, [25]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,46
Obsah sušiny, % obj.	max. 56
Obsah organických rozpouštědel, % hm.	max. 0,09
Úplné zaschnutí, h	6
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	0108, šedá

### 3.1.2 Balakryl Základ

Balakryl Základ je akrylátová vodou ředitelná nátěrová hmota určená pro povrchové úpravy dřeva. Tato nátěrová hmota je atestována pro použití na dětské hračky. Základní technické informace o nátěrové hmotě jsou k dispozici v *Tab. 5*.

*Tab. 5: Technické informace o Balakrylu Základ, [26]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,38
Obsah sušiny, % obj.	max. 56
Obsah organických rozpouštědel, % hm.	max. 0,038
Úplné zaschnutí, h	4
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	0100, bílá

### 3.1.3 Balakryl UNI lesk

Balakryl UNI lesk je vodou ředitelná akrylátová vrchní barva, která je určena na celou řadu povrchů. Je možné ji aplikovat na dřevo, kovy, beton, keramiku, plasty a mnoho dalších. Tato nátěrová hmota je atestována pro použití na dětské hračky a pro přímý styk se suchými potravinami. Výsledná povrchová úprava je lesklá a má dlouhou životnost. Základní technické informace o této nátěrové hmotě uvádí *Tab. 6*.

*Tab. 6: Technické informace o Balakrylu UNI lesk, [8]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,17
Obsah sušiny, % obj.	max. 57
Obsah organických rozpouštědel, % hm.	max. 0,065
Úplné zaschnutí, h	4 až 6
Stupeň lesku	lesklý
Použitý barevný odstín	RAL 5010

### 3.1.4 Balakryl Kov 2v1

Balakryl Kov 2v1 je vodou ředitelná nátěrová hmota. Jde o jednovrstvý systém, který v sobě zahrnuje barvu základní a barvu vrchní. Používá se například na střešní krytiny. Obsahuje antikorozní pigmenty a je vhodný i do míst, kde je vyšší korozní agresivita. Technické informace o Balakrylu Kov 2v1 viz *Tab. 7*.

*Tab. 7: Technické informace o Balakrylu Kov 2v1, [27]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,21
Obsah sušiny, % obj.	max. 55
Obsah organických rozpouštědel, % hm.	max. 0,04
Úplné zaschnutí, h	4 až 6
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	0240 tmavě hnědý

### 3.1.5 Primalex 2v1

Primalex 2v1 je syntetická nátěrová hmota kombinující barvu základní a barvu vrchní. Je určena k povrchové úpravě kovů a je vhodná i pro obnovu nátěrů na zkorodovaných površích. Technické informace o této nátěrové hmotě shrnuje *Tab. 8*.

*Tab. 8: Technické informace o Primalexu 2v1, [28]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	0,98
Obsah sušiny, % obj.	55
Úplné zaschnutí, h	24
Stupeň lesku	pololesklý
Použitý barevný odstín	RAL 5010

### 3.1.6 Primalex Antikorozní barva

Primalex Antikorozní barva je základní barva určená pro úpravy kovů, především ocelových konstrukcí. Jde o syntetickou alkydovou nátěrovou hmotu. V její receptuře jsou obsaženy anti-korozní složky. Základní technické informace o této nátěrové hmotě poskytuje *Tab. 9*.

*Tab. 9: Technické informace o Primalex Antikorozní barvě, [29]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,35
Obsah sušiny, % obj.	69
Úplné zaschnutí, h	24
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	P111M, šedá

### 3.1.7 Primalex Základní barva na dřevo

Primalex Základní barva na dřevo je základní nátěrová hmota určená pro úpravu dřeva, které může být umístěno v interiéru i v exteriéru. Jedná se o syntetickou nátěrovou hmotu na bázi alkydových pryskyřic. Je možné ji použít i jako mezivrstvu na kovové povrchy, které už byly natřeny Primalex Antikorozní barvou. Základní technické informace o této nátěrové hmotě jsou k dispozici v *Tab. 10*.

*Tab. 10: Technické informace o Primalex Základní barvě na dřevo, [30]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,46
Obsah sušiny, % obj.	82
Úplné zaschnutí, h	20
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	P1000, bílá

### 3.1.8 Primalex Vrchní barva lesk

Primalex Vrchní barva lesk je syntetická alkydová nátěrová hmota určená pro finální nátěry dřeva a kovu, jak do interiéru, tak do exteriéru. Výsledná povrchová úprava je vysoce lesklá, pevná, ale přitom flexibilní a odolná vůči vlivům vnějšího prostředí, včetně UV záření. Technické informace o této nátěrové hmotě udává *Tab. 11*.

*Tab. 11: Technické informace o Primalex Vrchní barvě lesk, [12]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,19
Obsah sušiny, % obj.	74
Úplné zaschnutí, h	22
Stupeň lesku	lesklý
Použitý barevný odstín	RAL 5010

### 3.1.9 Johnstone's Professional Undercoat

Johnstone's Professional Undercoat je základní nátěrová hmota na bázi alkydových pryskyřic určená k povrchovým úpravám dřeva i kovů. Vyniká kryvostí a schopností vyplnit drobné nerovnosti podkladu. Základní technické informace charakterizuje *Tab. 12*.

*Tab. 12: Technické informace o Johnstone's Professional Undercoat, [31]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,60
Obsah sušiny, % obj.	61
Úplné zaschnutí, h	16 až 24
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	Brilliant White

### 3.1.10 Johnstone's Wood Primer

Johnstone's Wood Primer je základní syntetická nátěrová hmota určená na dřevo na bázi alkydových pryskyřic. Výsledná povrchová úprava je pružná, přizpůsobuje se dřevu. Technické informace o této nátěrové hmotě shrnuje *Tab. 13*.

*Tab. 13: Technické informace o Johnstone's Wood Primer, [32]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,40
Obsah sušiny, % obj.	44
Úplné zaschnutí, h	16 až 24
Stupeň lesku	matný
Použitý barevný odstín	White

### 3.1.11 Johnstone's Professional Gloss

Johnstone's Professional Gloss je syntetická alkydová vrchní barva, která je určena pro aplikaci na kov i dřevo. Vytváří vysoce lesklý a odolný povrch. Technické informace o této nátěrové hmotě viz *Tab. 14*.

*Tab. 14: Technické informace o Johnstone's Professional Gloss, [11]*

Hustota, g·cm <sup>-3</sup>	1,17
Obsah sušiny, % obj.	65
Úplné zaschnutí, h	16 až 24
Stupeň lesku	lesklý
Použitý barevný odstín	RAL 5010

Pro nátěrové hmoty značky Primalex je doba schnutí uvedena pro teplotu 23 °C a relativní vlhkost vzduchu 50 %. Pro nátěrové hmoty značky Johnstone's a Balakryl je doba schnutí uvedena pro teplotu 20 °C a relativní vlhkost vzduchu 50 %. Nižší teplota a vyšší relativní vlhkost vzduchu samozřejmě dobu schnutí prodlužují.

### 3.2 Příprava vzorků

Vzorky nátěrových filmů byly připravovány na skla o rozměrech 100x150 mm.

Před zhotovením nátěrového filmu byla skla zbavena nečistot a prachu a byla odmaštěna laboratorním ethanolem. Veškerá další manipulace se skly se následně uskutečňovala ve vinylových, nepudřených rukavicích. Nátěrové hmoty byly důkladně promíchány skleněnou tyčinkou a poté ještě přefiltrovány přes nylonové malířské sítko od firmy Storch s velikostí ok 90  $\mu\text{m}$ . Nátěrové hmoty byly odebrány do plastové injekční stříkačky. Zkušební pravítko Elcometer Barker, viz *Obr. 3*, které je určené pro zhotovování zkušebních nátěrů, bylo umístěno na okraj skleněného povrchu a otočeno do polohy šterbiny 90  $\mu\text{m}$ . Přes celou šíři pravítka byl rovnoměrně odměřen objem 2 ml nátěrové hmoty. Posuvem pravítka po skle byl vytvořen nátěrový film. Rychlost posuvu byla 2  $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Po zhotovení nátěrového filmu bylo sklo umístěno do digestoře ve vodorovné poloze. Před další vrstvou nátěru byla aktuální vrchní vrstva přebroušena brusným papírem P150 z důvodu lepší přilnavosti následující vrstvy, prachové částice byly opět odstraněny. Obvyklé časové intervaly mezi jednotlivými vrstvami činily 24 hodin, a to většinou i v případě, že doba schnutí byla v technickém listu stanovena na kratší časový úsek. Nátěrové systémy, které jsou tvořeny barvou základní a barvou vrchní, se sestávají z jedné vrstvy barvy základní a dvou vrstev barvy vrchní. Nátěrové systémy, které kombinují barvu základní a barvu vrchní v jedné nátěrové hmotě čili tzv. 2v1, byly nanášeny ve dvou vrstvách této nátěrové hmoty. Takto připravené vzorky byly ponechány v digestoři po dobu zrání 28 dní při stálé teplotě, která činila  $t = (21 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .



*Obr. 3: Nanášecí pravítka Elcometer z řady 3250, [33]*

#### 3.2.1 Nevhodně skladované vzorky

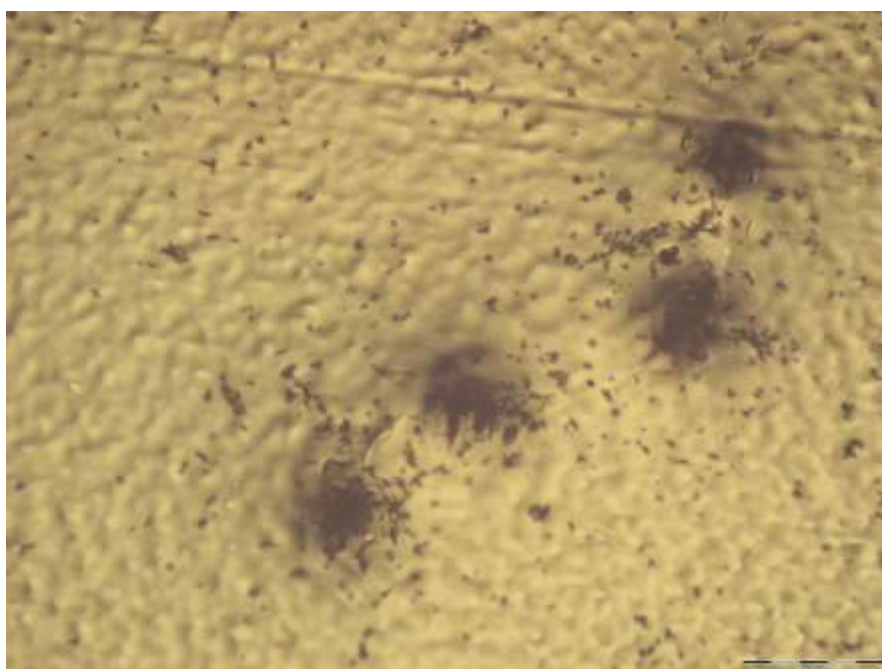
Během prvních experimentů se syntetickými alkydovými nátěrovými hmotami bylo zjištěno, že byly před samotným procesem kolorování do požadovaných odstínů nevhodně skladovány. Byly uloženy v minusových teplotách, což způsobilo vysrážení pojiva. V nátěrovém filmu se

tento jev projevuje jako defekty v podobně drobných hrudek, bublinek a struktury pomerančové kůry viz *Obr. 4* a *Obr. 5*.

Vzorky byly foceny pod konfokálním mikroskopem. Nevhodné skladování bází před kolorováním u distributora bylo potvrzeno technicko – obchodním zástupcem firmy PPG Deco Czech, a.s. a vzorky byly vyměněny za nové.



*Obr. 4: Nevhodně skladovaný vzorek nátěrové hmoty Primalex Vrchní barva lesk*



*Obr. 5: Nevhodně skladovaný vzorek nátěrové hmoty Johnstone's Professional Gloss*



### 3.3 Použitá rozpouštědla

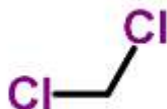
Pro účely experimentální části práce byla vybrána rozpouštědla, která spadají do skupiny tzv. green solvents, neboli ekologicky odbouratelných rozpouštědel. Konkrétně se jedná o rozpouštědla Rhodiasolv IRIS, Rhodiasolv RDPE a Rhodiasolv DIB od výrobce Solvay. Dále byl do testování zařazen čisticí prostředek Skywash od výrobce 3M, který ve své receptuře obsahuje estery organických kyselin stejně jako rozpouštědla výše uvedená. Jako standardní rozpouštědlo byl použit dichlormethan.

#### 3.3.1 Dichlormethan

Jde o nehořlavou, nevýbušnou, těkavou látku. Má formu čiré, bezbarvé kapaliny s charakteristickým zápachem. Dichlormethan je mísitelný s většinou rozpouštědel a má výborné rozpouštěcí schopnosti. Rozpouští tuky, oleje, vosky, kaučuk, některé přírodní i syntetické pryskyřice. Další vlastnosti popisuje *Tab. 15*. [15]

*Tab. 15: Základní vlastnosti dichlormethanu, [34], [35]*

Sumární vzorec	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
CAS	75-09-2
Hustota při 20 °C, g·cm <sup>-3</sup>	1,33
Bod tání, °C	-95,1
Bod varu, °C	40
Čistota, %	99,5



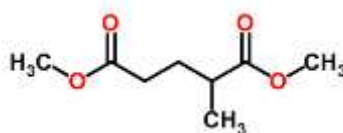
*Obr. 6: Molekula dichlormethanu, [36]*

### 3.3.2 Rhodiasolv IRIS

Rhodiasolv IRIS je rozpouštědlo patřící do skupiny tzv. green solvents. Jde o bezbarvou kapalinu, která nezapáchá. Není toxická, karcinogenní a ani nebezpečná pro životní prostředí. Rhodiasolv IRIS je vhodnou alternativou chlorovaných rozpouštědel a rozpouštědel s vysokým obsahem těkavých organických látek. Rhodiasolv IRIS je možné použít pro široký rozsah aplikací, je vhodný především pro čištění zbytků pryskyřic a odstraňování nátěrů. Po chemické stránce jde o ester kyseliny glutarové, neboli pentandiové. Základní technické informace o tomto rozpouštědle udává *Tab. 16*. [37], [38]

*Tab. 16: Základní vlastnosti Rhodiasolvu IRIS, [37]*

Chemické složení	99 % dimethyl-2-methylpentandioát
CAS	14035-94-0
Ph	5,0
Hustota při 20 °C, g·cm <sup>-3</sup>	1,05
Bod varu, °C	215,6



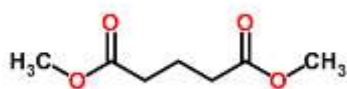
*Obr. 7: Molekula dimethyl-2-methylpentandioátu, [39]*

### 3.3.3 Rhodiasolv RDPE

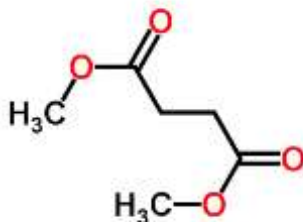
Rhodiasolv RDPE má podobné vlastnosti i účel použití jako rozpouštědlo Rhodiasolv IRIS a také se řadí mezi tzv. green solvents. Rhodiasolv RDPE je směs tří rozpouštědel, esterů kyselin sukcinové, glutarové a adipové, systematickými názvy kyselin butandiové, pentandiové a hexandiové. Základní vlastnosti tohoto rozpouštědla udává *Tab. 17*. [40]

Tab. 17: Základní vlastnosti Rhodiasolvu RDPE, [40]

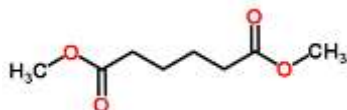
Chemické složení	57 – 67 % hm. dimethylglutarát, 18– 28 % hm. dimethylsukcinát, 8 – 22 % hm. dimethyladipát
CAS	1119-40-0, 106-65-0, 627-93-0
Hustota při 20 °C, g·cm <sup>-3</sup>	1,09



Obr. 8: Molekula dimethylglutarátu, [41]



Obr. 9: Molekula dimethylsukcinátu, [42]



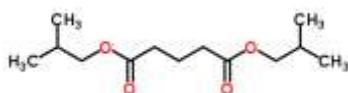
Obr. 10: Molekula dimethyladipátu, [43]

### 3.3.4 Rhodiasolv DIB

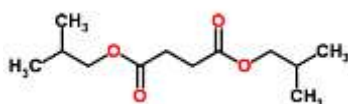
Do skupiny tzv. green solvents se řadí i rozpouštědlo Rhodiasolv DIB. Má formu bezbarvé kapaliny s charakteristickým zápachem. Svým chemickým složením jde opět o směs esterů kyseliny sukcinové, glutarové a adipové. Používá se jako rozpouštědlo pro čištění, může být také součástí receptur nátěrových hmot, protože funguje jako koalescenční činidlo. Základní vlastnosti tohoto rozpouštědla jsou uvedeny v tabulce *Tab. 18*. [44]

*Tab. 18: Základní vlastnosti Rhodiasolvu DIB, [44]*

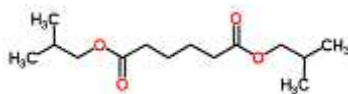
Chemické složení	55 – 65 % hm. diisobutylglutarát, 15 – 25 % hm. diisobutylsukcinát, 10 – 25 % hm. diisobutyladipát
CAS	71195-64-7, 925-06-4, 141-04-8
Hustota při 20 °C, g·cm <sup>-3</sup>	0,958 – 0,96
Bod varu, °C	273



*Obr. 11: Molekula diisobutylglutarátu, [45]*



*Obr. 12: Molekula diisobutylsukcinátu, [46]*



*Obr. 13: Molekula diisobutyladipátu, [47]*

### 3.3.5 Skywash

Skywash je čisticí a odmašťující prostředek na bázi vody. Je téměř bez zápachu a má nízký obsah těkavých organických složek. Má v sobě obsažena rozpouštědla dimethylglutarát, dimethyladipát a dimethylsukcinát, tedy ta, která jsou součástí Rhodiasolvu RDPE. Tato rozpouštědla jednotlivě jsou maximálně zastoupena do 5 % hm. Je vhodnou alternativou namísto rozpouštědel jako jsou například aceton nebo isopropylalkohol. [48], [49]

### 3.4 Stanovení lesku

Stanovení lesku bylo provedeno pomocí původní metody ČSN 67 3063. Podle této metody se sleduje zrcadlení vybraných předmětů na zkušebním vzorku s určenou povrchovou úpravou. V našem případě se jednalo o ocelovou tyčku. Vzorek zkušebního nátěru byl umístěn k oknu tak, aby na něj nedopadalo přímé sluneční záření a vybraný předmět byl umístěn ve vzdálenosti přibližně 30 cm od vzorku pod úhlem 45°. [50]

### 3.5 Stanovení barevného odstínu

Barevný odstín byl stanoven pomocí přístroje X-Rite RM 200. Tento přenosný spektrometr po zapnutí sám projde procesem kalibrace a je připraven pro měření. Na vzorek nátěrového systému, jehož odstín chceme stanovit, přiložíme měrnou hlavu spektrometru a spustíme proces měření. Spektrometr poté sám vyhodnotí barevný odstín podle nastavených vzorníků, obvykle RAL a NCS. [51]



Obr. 14: Spektrometr Xrite RM 200, [52]

### 3.6 Zkoušky chemické odolnosti, kapková zkouška horizontální metodou

Vzorek na zkušebním povrchu byl umístěn do horizontální polohy. Na vzorek byly mikropipetou nanесeny čtyři kapky rozpouštědla o objemu 100  $\mu\text{l}$  tak, aby byly minimálně 2 cm od okraje nátěrového filmu a zároveň se vzájemně nijak nepřekrývaly. I když se zkoumaná rozpouštědla vyznačují tím, že jsou netěkavá, tak i přesto byly kapky přikryty čtverečkem houbičky, aby se i minimální těkavost omezila. Pokud bylo zjištěno úplné odpaření kapky, byla na stejné místo opět nanесena kapka rozpouštědla. Vzorek byl přiklopen Petriho miskou. Byl zkoumán postupný časový vliv rozpouštědla na vybraný nátěrový systém v intervalech 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20 a 30 minut od nanесení rozpouštědla. Na závěr každého časového intervalu byl vzorek opláchnut proudem destilované vody, osušen filtračním papírem a pomocí lupy byl vizuálně stanoven vliv rozpouštědla na nátěrový systém. Experiment se provádí při  $t = (23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti  $(50 \pm 5) \%$ . [53]

### 3.7 Stanovení přilnavosti mřížkovou metodou

Vzorek na zkušebním povrchu byl umístěn na tvrdý, pevný, nehybný podklad. Pro tyto účely dobře poslouží například dlaždice. Pomocí nože ze sady pro stanovení přilnavosti mřížkovou metodou byl na vzorek zhotoven první řez v délce minimálně 2 cm. Řez byl zhotoven stálým tlakem kolmo na vzorek. Řez musí proniknout až k podkladu. Poté následoval druhý řez v kolmém směru na řez první. Vzdálenost jednotlivých řezů závisí na druhu podkladu a tloušťce nátěru, viz Tab. 19. Vzniklá mřížka byla přelepena adhezní páskou, páska byla stržena pod úhlem  $60^\circ$  k podkladu a pomocí lupy byly sledovány změny přilnavosti nátěrového systému a následně vyhodnoceny podle příslušné ISO stupnice k dané normě. Experiment se provádí při  $t = (23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  a relativní vlhkosti  $(50 \pm 5) \%$ . Experiment byl proveden pomocí sady TQC CC 2000. [54]

Tab. 19: Stanovení vzdálenosti řezů mřížky

Tloušťka nátěru, $\mu\text{m}$	Rozestup řezů, mm	Druh podkladu
0 – 60	1	tvrdý
0 – 60	2	měkký
61 – 120	2	tvrdý i měkký
121 – 250	3	tvrdý i měkký

### 3.8 Kombinace kapkové zkoušky a stanovení přilnavosti

Pro účely kvantifikace metody kapkové zkoušky byly předešlé dvě metody spojeny, tzn. po provedení kapkové zkoušky byl zhotoven řez v místě působení rozpouštědla. Pro tento experiment bylo zkušební sklo s nátěrem rozděleno na osm stejně velkých polí. Do každého pole byla dávkována pouze jedna kapka objemu rozpouštědla a v každém poli experiment probíhal pro jiný časový interval, postupně pro 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20 a 30 minut.

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 4.1 Výsledky stanovení lesku

Experiment byl proveden podle popisu v experimentální části. Stupně lesku se hodnotí podle stupnice viz *Tab. 20*. Výsledky jsou uvedeny v *Tab. 21*.

*Tab. 20: Stupně lesku, [50]*

Stupeň lesku	Popis
1	Nátěr má vysoký, zrcadlový lesk. Obraz pozorovaného předmětu je dokonale ostrý jako v zrcadle.
2	Nátěr je lesklý. Obraz pozorovaného předmětu je ostrý, ale nedosahuje takové brilance jako u stupně 1, a to hlavně ve stínech.
3	Nátěr je pololesklý, má tzv. hedvábný lesk. Obraz předmětu je patrný, ale okraje jsou neostře.
4	Nátěr je polomatný. Obraz předmětu není patrný, ale je vidět jeho hrubý obrys.
5	Nátěr je matný. Obraz předmětu není patrný ani v hrubých rysech.

*Tab. 21: Výsledky stanovení lesku*

Nátěrový systém	Stupeň lesku
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	2
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	2
Balakryl Kov 2v1	4
Primalex 2v1	1
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	2
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	2



## 4.2 Výsledky stanovení barevného odstínu

Pomocí spektrometru Xrite RM 200 byl stanoven barevný odstín pro všechny vrchní nátěrové hmoty a pro systémy 2v1. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 22.

Tab. 22: Výsledky stanovení barevného odstínu

Nátěrová hmota	Barevný odstín
Balakryl UNI lesk	RAL 5010
Balakryl Kov 2v1	RAL 8017
Primalex Vrchní barva lesk	RAL 5010
Johnstone's Professional Gloss	RAL 5010
Primalex 2v1	RAL 5010

## 4.3 Výsledky stanovení chemické odolnosti

Zkoušky chemické odolnosti neboli kapkové zkoušky byly provedeny podle popisu v experimentální části. Vyhodnocení byla provedena podle Tab. 23. Výsledky pro každé rozpouštědlo jsou uvedeny v souboru tabulek: Tab. 24, Tab. 25, Tab. 26 a Tab. 27 níže. Pro snadnější orientaci v tabulkách, byla jednotlivá pole vystínována podle příslušného stupně narušení povlaku. Pro stínování byl použit odstín modré ze standardní nabídky menu MS Office Excel pro stupeň narušení povlaku 6 a modré se zvýrazněním 1 o světlosti 40 % pro stupeň narušení povlaku 5, 4, 3, 2 a 80 % pro stupeň narušení povlaku 1.

Tab. 23: Stupně narušení povlaku

Stupeň narušení povlaku	Popis
6	nedošlo k narušení povlaku
5	povlak lepí, narušení povlaku je vratné
4	povlak lepí, došlo k nevratnému narušení
3	ztráta lesku nebo barevného odstínu povlaku
2	došlo k částečnému odstranění povlaku
1	povlak byl odstraněn úplně

Tab. 24: Výsledky kapkové zkoušky pro dichlormethan

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	3	1	1	1	1	1	1	1
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	3	1	1	1	1	1	1	1
Balakryl Kov 2v1	3	3	3	1	1	1	1	1
Primalex 2v1	1	1	1	1	1	1	1	1
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	3	1	1	1	1	1
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	3	1	1	1	1	1
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	6	6	3	1	1	1	1	1
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	6	6	3	1	1	1	1	1

Tab. 25: Výsledky kapkové zkoušky pro Rhodiasolv IRIS

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	6	5	4	3	2	2	2	1
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	6	5	4	3	2	2	2	1
Balakryl Kov 2v1	6	5	4	3	3	3	3	3
Primalex 2v1	6	5	3	3	3	3	3	1
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6

Tab. 26: Výsledky kapkové zkoušky pro Rhodiasolv RDPE

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	5	4	3	2	2	2	2	1
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	5	4	3	2	2	2	2	1
Balakryl Kov 2v1	5	5	5	4	3	3	3	3
Primalex 2v1	5	3	3	3	3	3	3	1
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6

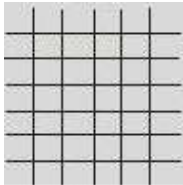
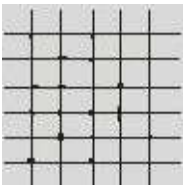

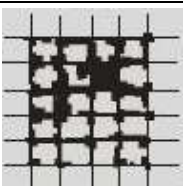
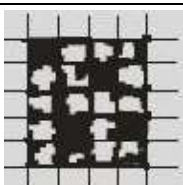
Tab. 27: Výsledky kapkové zkoušky pro Rhodiasolv DIB

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	5	5	4	4	3	3	3	3
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	5	5	4	4	3	3	3	3
Balakryl Kov 2v1	5	5	5	5	5	4	3	3
Primalex 2v1	5	3	3	3	3	3	3	1
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	6	6	6	6	6	6	6	6

#### 4.4 Výsledky stanovení přilnavosti

Stanovení přilnavosti bylo provedeno podle popisu v experimentální části. Vyhodnocení bylo provedeno podle *Tab. 28*. Výsledky stanovení přilnavosti jsou uvedeny v *Tab. 29*.

*Tab. 28: Hodnocení přilnavosti nátěrů podle ISO, [54]*

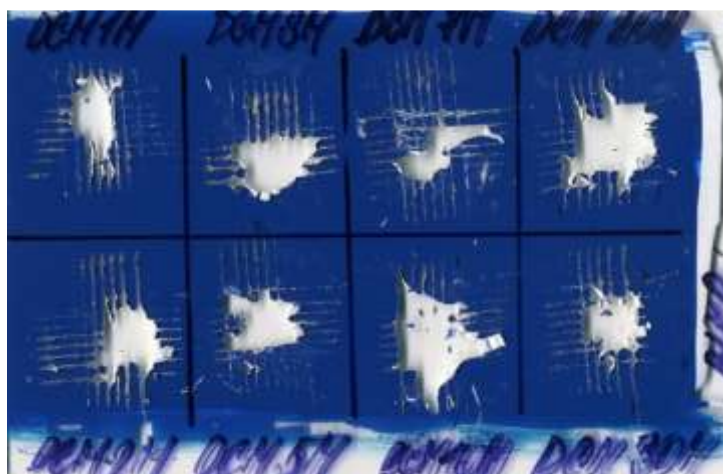
ISO	Vizualizace	Popis
0		Hrany řezů jsou rovné, žádný z čtverců není poškozen.
1		V okolí křížení řezů je nátěr nepatrně poškozen. Poškozená plocha nepřesahuje 5 % celkové plochy mřížky.
2		Nátěr je poškozen v místech křížení řezů a podél nich. Poškozená plocha nepřesahuje více než 15 % celkové plochy mřížky.
3		Rozsah poškození nátěru se rozšířil i na některé čtverce. Poškození nepřesahuje více než 35 % celkové plochy mřížky.
4		V oblasti mřížky jsou velké změny v rozích řezů, některé čtverce zcela chybí. Poškození nepřesahuje více než 65 % celkové plochy mřížky.
5		Poškození je větší než u ISO 4.

Tab. 29: Výsledky stanovení přilnavosti

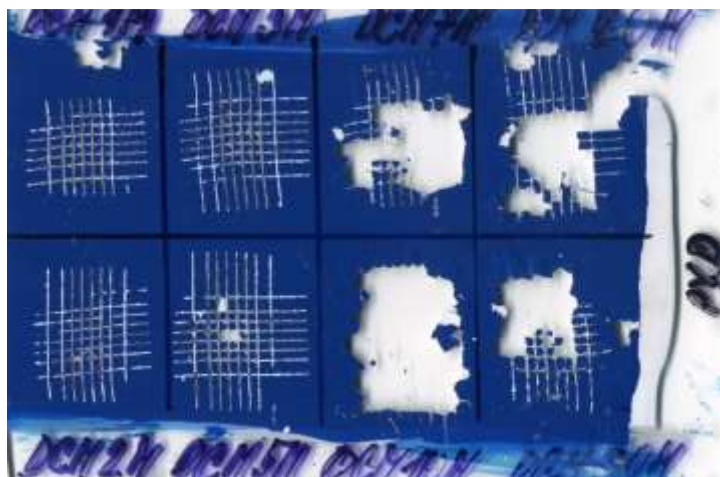
Nátěrový systém	ISO
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	1
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	1
Balakryl Kov 2v1	0
Primalex 2v1	4
Primalex Antikorozi barva + Primalex Vrchní barva lesk	1
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	1
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	1

#### 4.5 Výsledky stanovení chemické odolnosti v kombinaci se stanovením přilnavosti

Jako standardní rozpouštědlo byl použit dichlormethan. Dichlormethan je velice agresivní látka, průběh interakce dichlormethanu a nátěrových filmů je velmi rychlý. Příkladem této prudké reakce může být reakce s vodou ředitelnými nátěrovými systémy na bázi akrylátových pryskyřic, které jsou tvořeny samostatnou základní a vrchní nátěrovou hmotou. Ty podléhají totální degradaci prakticky okamžitě, hned v první minutě průběhu experimentu. Syntetické alkydové nátěrové systémy, které jsou také tvořeny samostatnou základní a vrchní nátěrovou hmotou, totálně degradují po 7 minutách průběhu experimentu. Pro popis detailního průběhu výše popsanych interakcí byly vybrány nátěrové systémy Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk a Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk, viz Obr. 15 a Obr. 16. Experiment začíná v levém horním rohu časovým intervalem 1 minuty interakce, pokračuje v levém dolním rohu časovým intervalem 2 minuty interakce, a pokračuje dále podle příslušných popisků.



Obr. 15: Stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou na Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk rozpouštědlem dichlormethan



*Obr. 16: Stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou na Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk rozpouštědlem dichlormethan*

Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou jsou uvedeny v souboru tabulek *Tab. 30, Tab. 31, Tab. 32, Tab. 33 a Tab. 34*. Pro snadnější orientaci v tabulkách, byla opět jednotlivá pole vystínována podle příslušného stupně narušení povlaku. Pro stínování, obdobně jako v experimentu stanovení chemické odolnosti, byl použit odstín modré standardní nabídky menu MS Office Excel pro ISO 0 a 1 a modré se zvýrazněním 1 o světlosti 40 % pro ISO 2 a 3, 80 % pro ISO 4 a 5.

*Tab. 30: Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou rozpouštědlem dichlormethan*

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	5	5	5	5	5	5	5	5
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	5	5	5	5	5	5	5	5
Balakryl Kov 2v1	1	2	4	5	5	5	5	5
Primalex 2v1	5	5	5	5	5	5	5	5
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	2	3	5	5	5	5
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	2	3	5	5	5	5
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	2	5	5	5	5
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	2	5	5	5	5

Tab. 31: Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou rozpouštědlem Rhodiasolv IRIS

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	1	1	1	2	2	2	3	4
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	1	1	1	1	2	2	3	5
Balakryl Kov 2v1	0	1	1	1	3	3	3	3
Primalex 2v1	4	4	4	4	4	4	4	5
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	1	1	1	1
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	1	1	1	1
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	0	0	0	0	0	0	1	3
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	0	0	0	0	0	0	2	2

Tab. 32: Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou rozpouštědlem Rhodiasolv RDPE

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	1	2	2	2	2	3	5	5
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	2	2	2	2	2	2	3	4
Balakryl Kov 2v1	1	2	2	2	2	2	2	3
Primalex 2v1	4	4	4	4	4	5	5	5
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	1	1	2	2
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	1	2	2	2
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	2	2	2
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	1	2	2

Tab. 33: Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou rozpouštědlem Rhodiasolv DIB

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	1	1	1	1	1	2	2	2
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	1	1	1	1	1	2	2	2
Balakryl Kov 2v1	1	1	1	1	1	1	2	2
Primalex 2v1	4	4	4	4	4	4	4	4
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	2	2	2	2
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	1	1	2	2	2	2
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	2	2	2
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	2	2	2

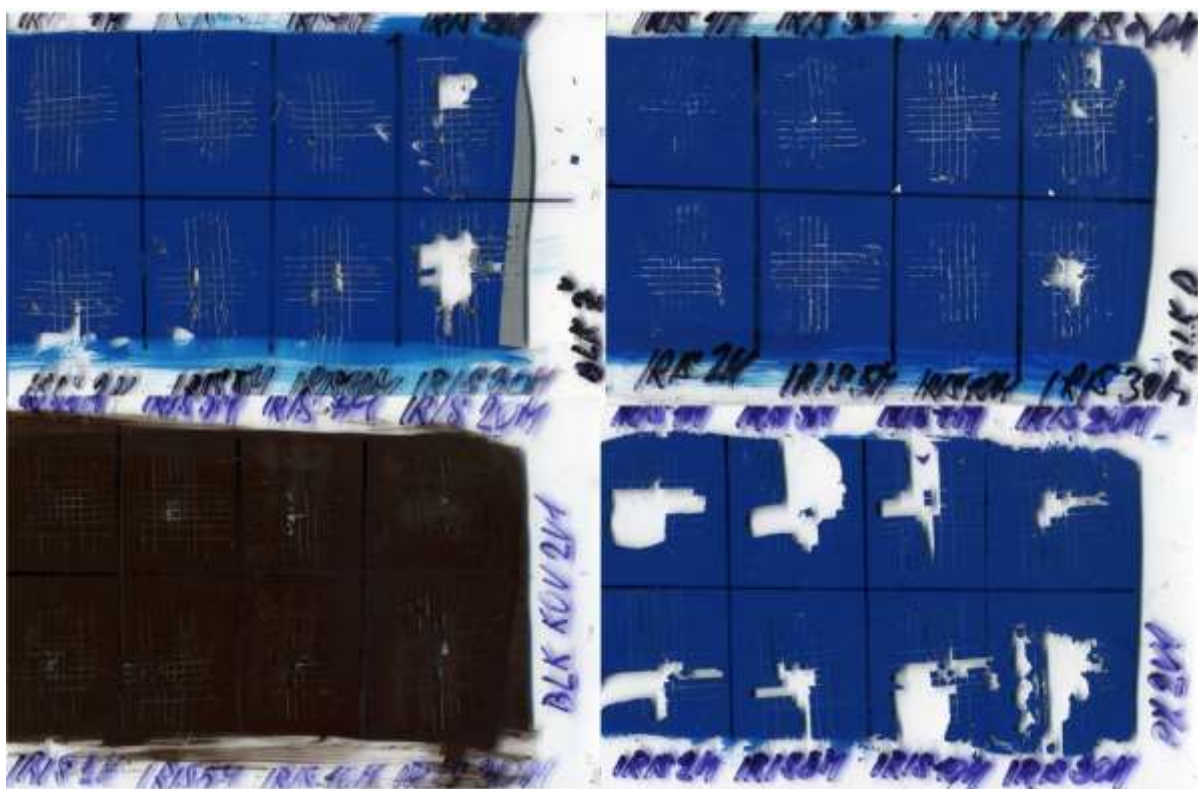
Tab. 34: Výsledky stanovení chemické odolnosti kapkovou zkouškou v kombinaci s mřížkovou metodou prostředkem Skywash

Nátěrový systém / čas působení, min	1	2	3	5	7	10	20	30
Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk	1	1	1	1	1	1	5	5
Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk	1	1	1	1	1	4	5	5
Balakryl Kov 2v1	1	1	1	1	1	1	2	5
Primalex 2v1	5	5	5	5	5	5	5	5
Primalex Antikoroziční barva + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	2	2	2	2	2	2
Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk	1	1	2	2	2	2	2	2
Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	1	1	1
Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss	1	1	1	1	1	1	1	1

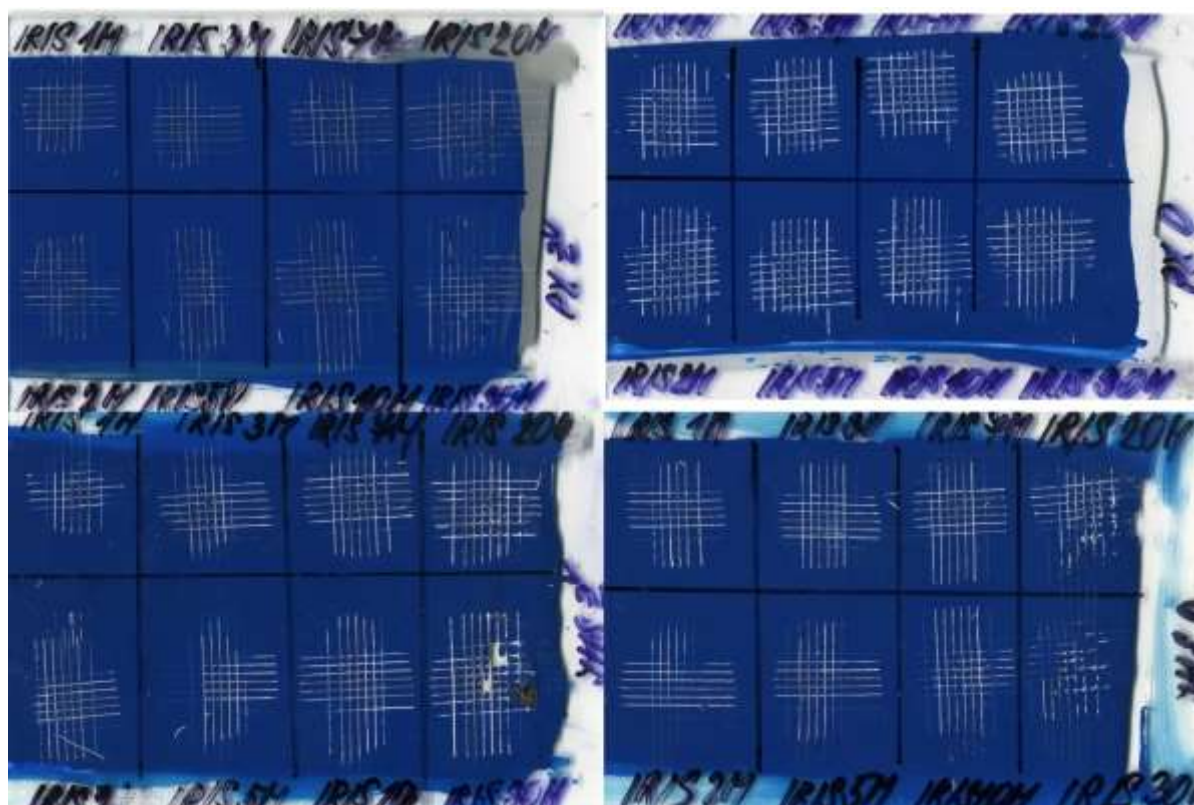


## 4.6 Fotodokumentace

Po ukončení experimentu kombinace stanovení chemické odolnosti a mřížkové metody byly vzorky skenovány pomocí skeneru Epson Perfection 2480 Photo za účelem fotodokumentace. Vzorky jsou zobrazeny vždy pro stejné rozpouštědlo a čtyři nátěrové systémy v jednom obrázku. První obrázek vždy zobrazuje akrylátové nátěrové systémy a systémy 2v1. Pořadí vzorků je následující: vlevo nahoře Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk, vpravo nahoře Balakryl Základ + Balakryl UNI lesk, vlevo dole Balakryl Kov 2v1 a vpravo dole Primalex 2v1. Druhý obrázek vždy zobrazuje alkydové nátěrové systémy v následujícím pořadí: vlevo nahoře Primalex Antikorozi barva + Primalex Vrchní barva lesk, vpravo nahoře Primalex Základní barva na dřevo + Primalex Vrchní barva lesk, vlevo dole Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss a vpravo dole Johnstone's Wood Primer + Johnstone's Professional Gloss. Levé horní pole každého vzorku zobrazuje interakci trvající 1 minutu, levé dolní pole vzorku interakci trvající 2 minuty, horní pole druhé zleva interakci trvající 3 minuty, dolní pole druhé zleva interakci trvající 5 minut, horní pole třetí zleva interakci o průběhu 7 minut, dolní pole třetí zleva interakci o průběhu 10 minut, pravé horní pole interakci o průběhu 20 minut a závěrem pravé dolní pole zobrazuje interakci trvající 30 minut.



Obr. 17: Fotodokumentace interakce vodou ředitelných systémů a systémů 2v1 s Rhodiasol-em IRIS

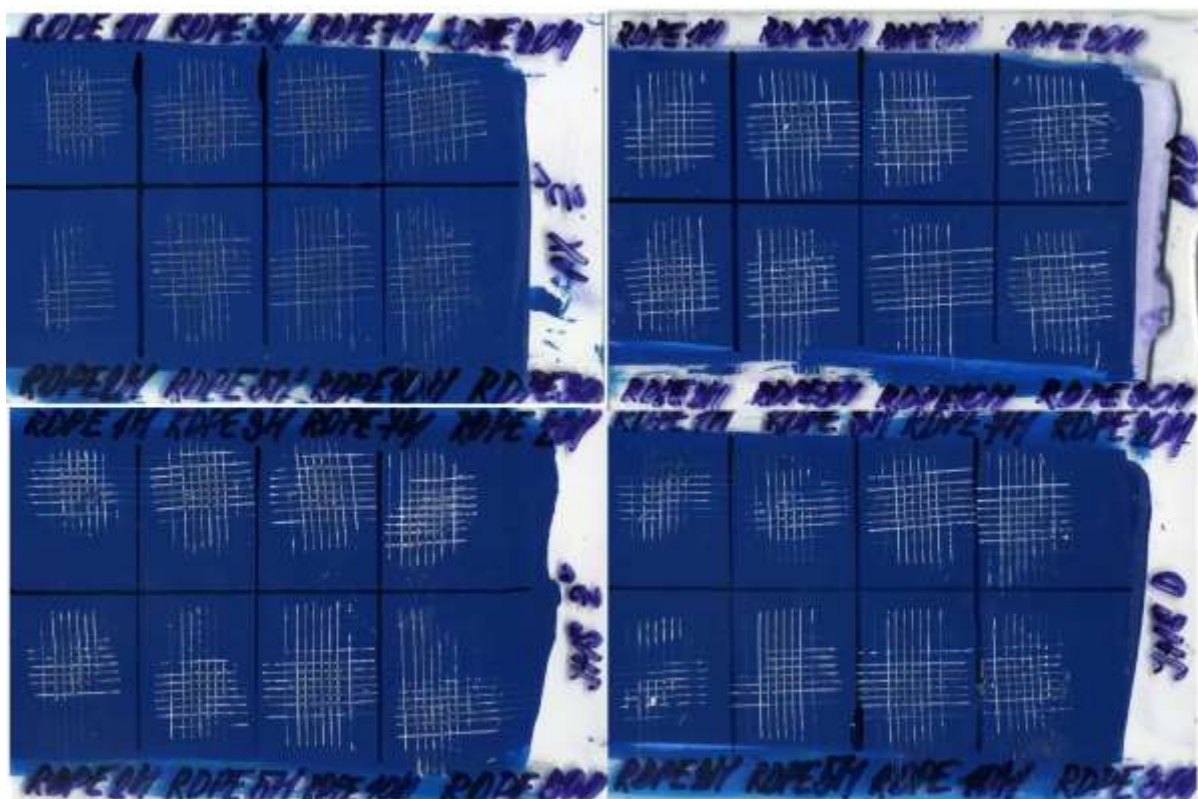


Obr. 18: Fotodokumentace interakce syntetických nátěrových systémů s Rhodiasolvem IRIS

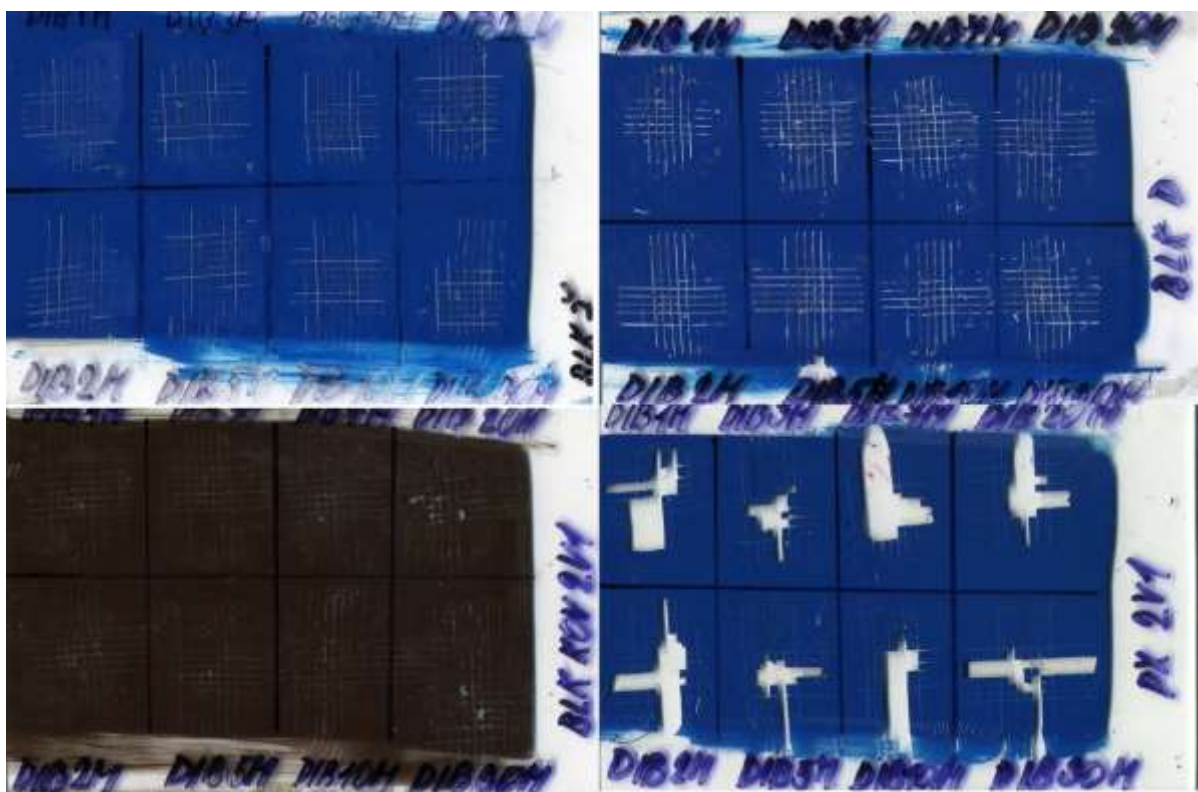


Obr. 19: Fotodokumentace interakce vodou ředitelných nátěrových systémů a systémů 2v1 s Rhodiasolvem RDPE

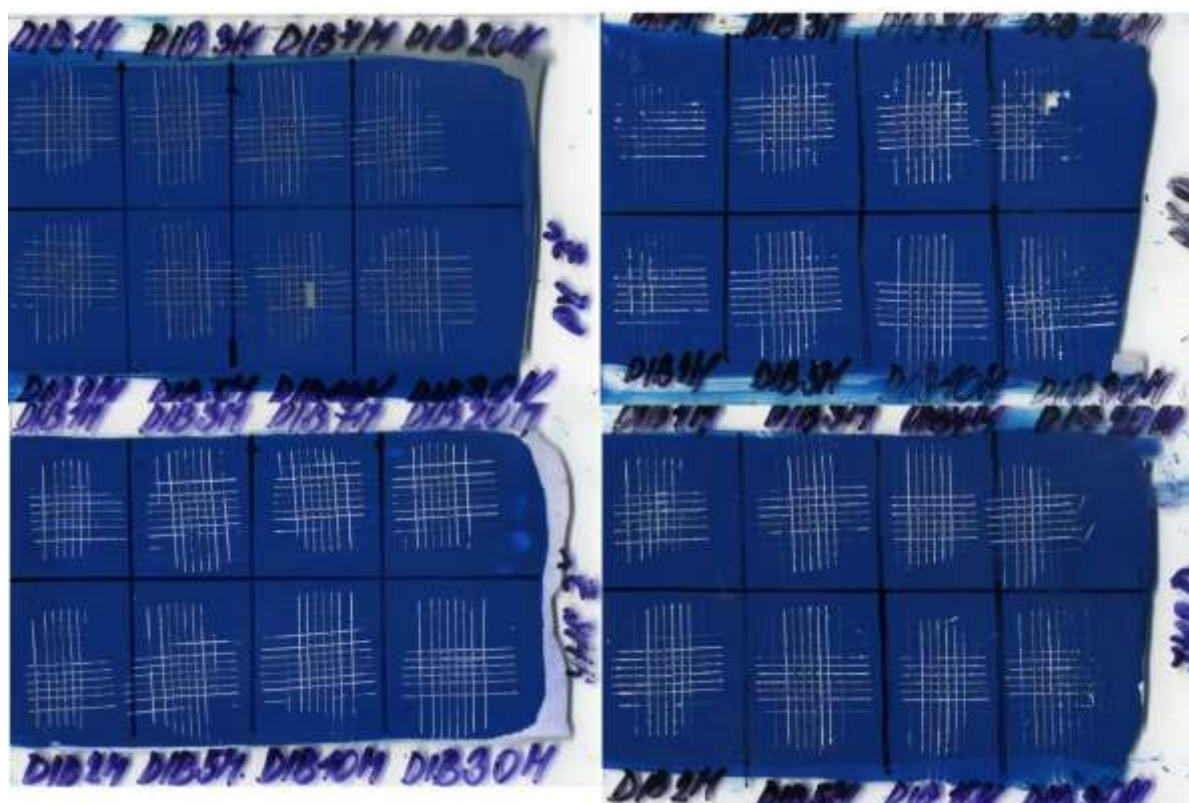




Obr. 20: Fotodokumentace interakce syntetických nátěrových systémů s Rhodiasolvem RDPE



Obr. 21: Fotodokumentace interakce vodou ředitelných nátěrových systémů a systémů 2v1 s Rhodiasolvem DIB



Obr. 22: Fotodokumentace interakce syntetických nátěrových systémů s Rhodiasolvem DIB



Obr. 23: Fotodokumentace interakce vodou ředitelných nátěrových systémů a systémů 2v1 se Skywash





Obr. 24: Fotodokumentace interakce syntetických nátěrových systémů se Skywash

#### 4.7 Konfrontace výsledků s Hansenovými parametry rozpustnosti

Na závěr byly výsledky experimentů konfrontovány s hodnotami parametrů rozpustnosti zkoumaných rozpouštědel a pryskyřic, které jsou obsaženy v použitých nátěrových hmotách. Pro konfrontaci byly vybrány pryskyřice ze skupin akrylátů a alkydů, jejichž hodnoty parametrů rozpustnosti byly dostupné v literatuře.

Tab. 35: Parametry rozpustnosti zkoumaných rozpouštědel, [22], [37], [40], [44]

Rzpouštědlo	Parametr rozpustnosti $\delta_r$ , MPa <sup>1/2</sup>
Rhodiasolv IRIS	19,40
Rhodiasolv RDPE	20,48
Rhodiasolv DIB	17,54
Dichlormethan	20,20

Tab. 36: Parametry rozpustnosti vybraných pryskyřic, [22]

Pryskyřice	Parametr rozpustnosti $\delta_p$ , MPa <sup>1/2</sup>
Akrylátová Paraloid P 410	22,65
Akrylátová Paraloid P 400	23,39
Akrylátová Uracron 15	21,45
Alkydová Alkydal F41	21,81
Alkydová Alkydal F 261 HS	24,81
Alkydová Soalkyd 1935-EGAX	23,03
Uretanová Desmophen 850	28,95

Pro dobrou rozpustnost polymeru v rozpouštědle se za hraniční hodnotu rozdílu hodnot parametrů rozpustnosti polymeru a rozpouštědla jako maximum považuje hodnota 6 MPa<sup>1/2</sup>. Konfrontací hodnot parametrů rozpustnosti rozpouštědel a pryskyřic tedy docházíme k teoretickému závěru, že akrylátové a alkydové pryskyřice by měly ve všech použitých rozpouštědlech botnat a měly by podléhat degradaci. Jiné druhy pryskyřic, například uretanové, budou teoreticky na základě této konfrontace použitým rozpouštědlům odolávat.

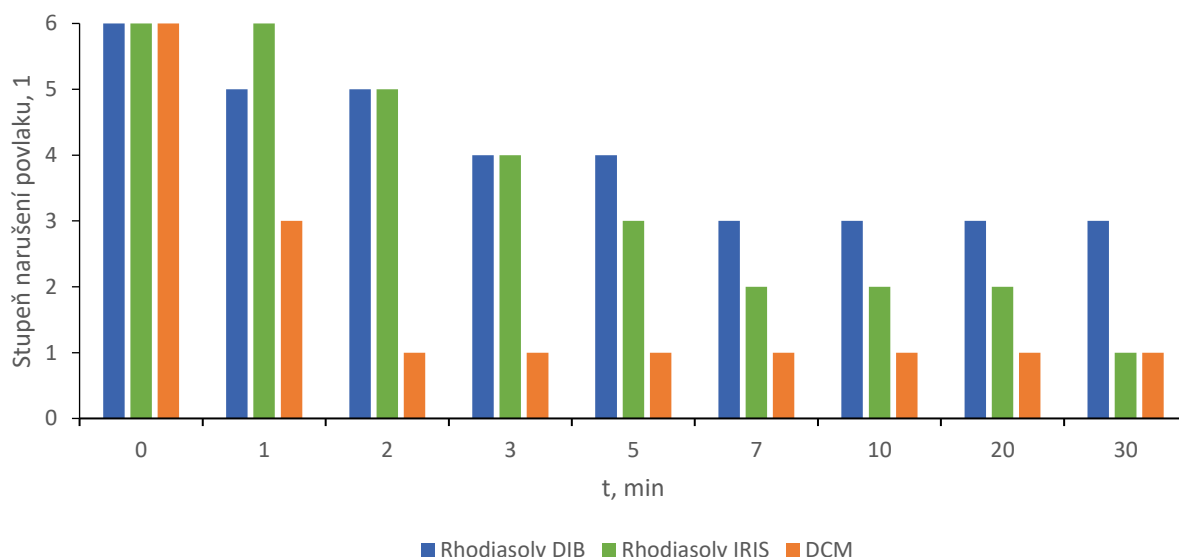
Konfrontace parametrů rozpustnosti také zdůvodňuje, proč u experimentů s rozpouštědlem Rhodiasolv DIB nedošlo k totální degradaci žádného z nátěrových systémů. Platí totiž, že čím menší je rozdíl hodnot parametru rozpustnosti pro polymery a parametru rozpustnosti pro rozpouštědla, tím lépe probíhá botnání polymeru. Pro toto konkrétní rozpouštědlo se právě rozdíl

hodnot parametrů rozpustnosti blíží hraniční hodnotě pro dobrou rozpustnost polymeru v rozpouštědle.

Na celkový průběh interakce rozpouštědla a nátěrových systémů nemá vliv pouze druh zkoumaného rozpouštědla a pojiva, ale také objemová koncentrace použitého pojiva, dále druh a objemová koncentrace použitých plniv, pigmentů a barviv. Nezanedbatelný je i vliv kvality použitých surovin.

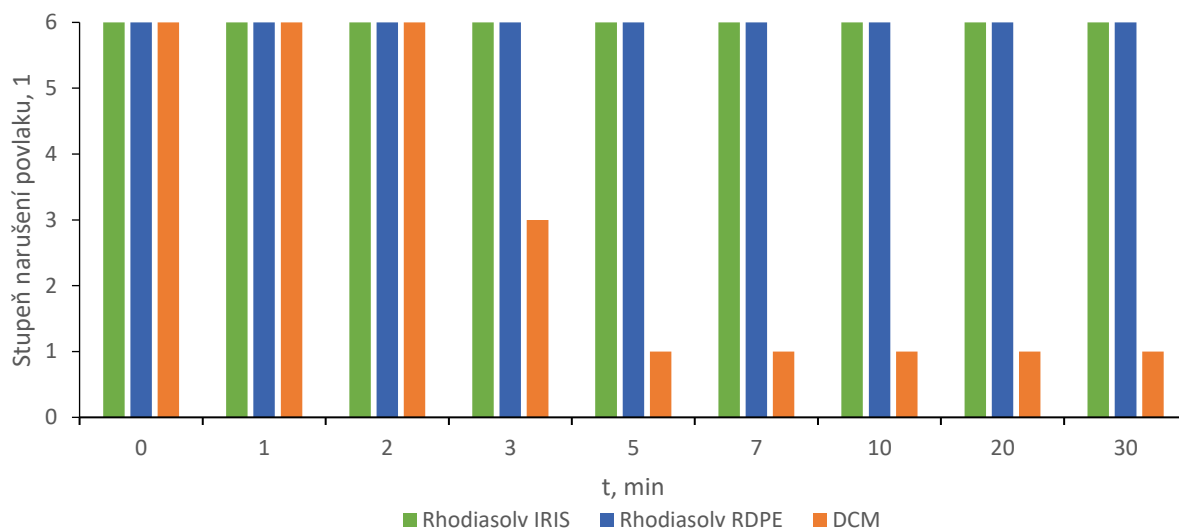
#### 4.8 Grafické znázornění konfrontace výsledků

Pro lepší přehlednost byly výsledky stanovení chemické odolnosti uvedeny do grafů. Výsledky byly komentovány konfrontací s Hansenovými parametry rozpustnosti.



*Obr. 25: Vliv rozpouštědla na akrylátový nátěrový systém Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk*

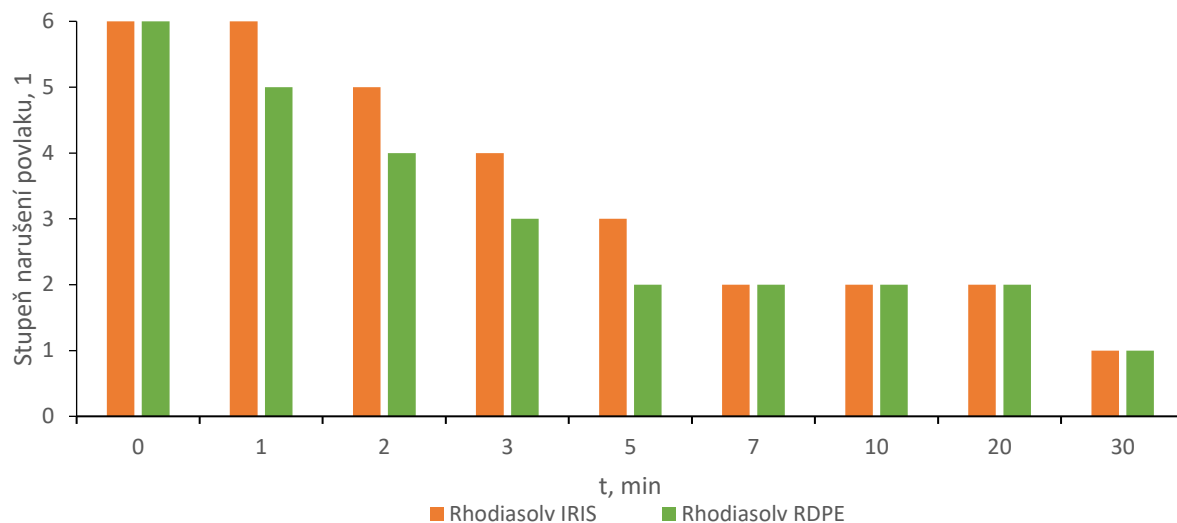
*Obr. 25* demonstruje vliv vybraných rozpouštědel na akrylátový nátěrový systém, konkrétně na systém Balakryl Antikor + Balakryl UNI lesk. Z grafu je patrné, že rozpouštědla dichlormethan a Rhodiasolv IRIS nátěrový systém úplně degradují. Naopak při interakci s rozpouštědlem Rhodiasolv DIB k totální degradaci nedochází. Hodnota parametru rozpustnosti rozpouštědla Rhodiasolv DIB je totiž nižší než dvou předchozích rozpouštědel a tím pádem hodnota rozdílu parametrů rozpustnosti rozpouštědla a polymeru je vyšší a pohybuje se okolo hraniční hodnoty rozdílu parametrů rozpustnosti pro dobrou rozpustnost polymeru v rozpouštědle, což je  $6 \text{ MPa}^{1/2}$ .



*Obr. 26: Vliv rozpouštědla na alkydový nátěrový systém Johnstone's Professional Undercoat + Johnstone's Professional Gloss*

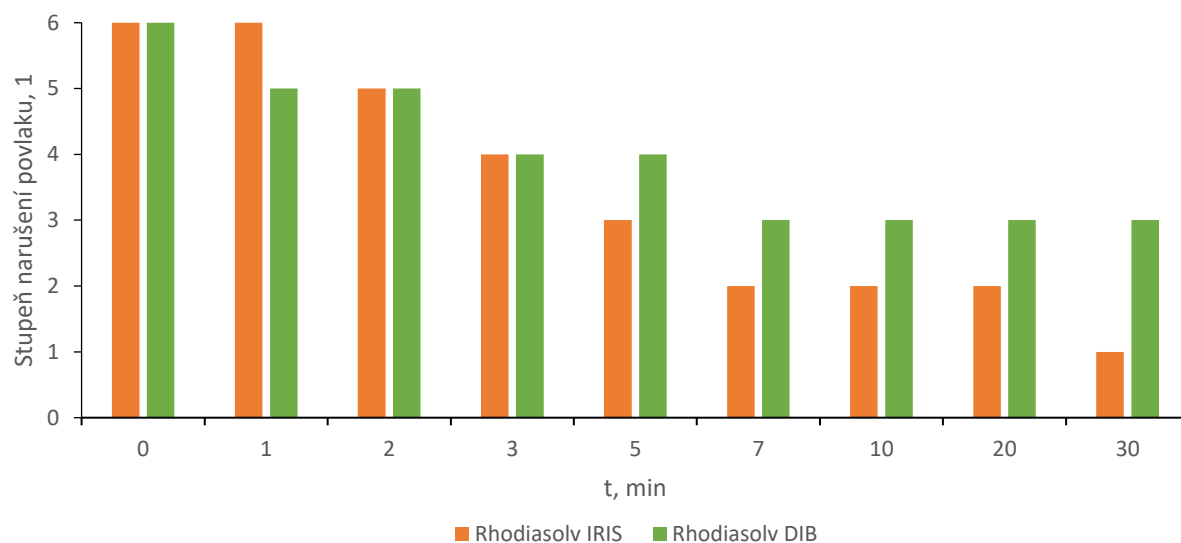
*Obr. 26* demonstruje vliv rozpouštědel na alkydový nátěrový systém. Konfrontací hodnot parametrů rozpustnosti byl učiněn závěr, že byly použity modifikované alkydové pryskyřice, například modifikované uretany, které jsou odolnější proti degradaci chemickou cestou. Interakcí s rozpouštědly Rhodiasolv IRIS a Rhodiasolv RDPE vůbec nedegradují.





*Obr. 27: Konfrontace působení rozpouštědel Rhodiasolv IRIS a Rhodiasolv RDPE na akrylátovém nátěrovém systému Balakrylu Antikor + Balakrylu UNI lesk*

Působením rozpouštědla Rhodiasolv RDPE akrylátový nátěrový systém degraduje rychleji. Rhodiasolv RDPE má totiž vyšší hodnotu parametru rozpustnosti oproti Rhodiasolvu IRIS. Tím pádem je hodnota rozdílu parametrů rozpustnosti rozpouštědla a polymeru nižší, což vysvětluje rychlejší průběh degradace.



*Obr. 28: Konfrontace působení rozpouštědel Rhodiasolv IRIS a Rhodiasolv DIB na akrylátovém nátěrovém systému Balakrylu Antikor + Balakrylu UNI lesk*

Interakce akrylátového nátěrového systému s rozpouštědlem Rhodiasolv IRIS probíhá až do totální degradace nátěrového systému. Rhodiasolv DIB systém totálně nedegraduje. Rhodiasolv DIB má totiž nižší hodnotu parametru rozpustnosti ve srovnání s Rhodiasolvem IRIS a také rozdíl hodnot parametrů rozpustnosti akrylátových pryskyřic a rozpouštědla Rhodiasolv DIB se pohybuje okolo hodnoty  $6 \text{ MPa}^{1/2}$ , což je hraniční hodnota pro dobrou rozpustnost polymeru v rozpouštědle.

## 5 ZÁVĚR

V diplomové práci se hodnotil vliv esterů kyseliny glutarové na vybrané nátěrové systémy. Jako rozpouštědla pro experimentální část práce byla vybrána rozpouštědla Rhodiasolv IRIS, Rhodiasolv RDPE a Rhodiasolv DIB a dále pak čisticí prostředek Skywash. Tato rozpouštědla v určitém objemovém poměru obsahují estery kyseliny glutarové, přesněji dimethylglutarát, případně diisobutylglutarát. Byla stanovena chemická odolnost nátěrových systémů na bázi akrylátových a alkydových pryskyřic proti těmto rozpouštědlům.

Chemická odolnost byla testována kapkovou zkouškou dle normy ČSN EN ISO 2812-4, dále byla stanovena přilnavost nátěrových systémů dle normy ČSN EN ISO 2409. Následně byly tyto dvě metody kombinovány.

Nátěrové systémy na bázi rozdílných pryskyřic reagují na tato rozpouštědla rozdílně. Nátěrové systémy na bázi alkydových pryskyřic, které se sestávají z barvy základní a barvy vrchní, těmto rozpouštědlům odolávají. Je možné je hodnotit jako odolné, protože ani v jediném případě nedošlo k jejich totální degradaci, což se ale neslučuje s hodnotami jejich parametrů rozpustnosti. Pro samostatnou kapkovou zkoušku byly ve všech časových intervalech experimentu hodnoceny stupněm odolnosti 6, tedy nedošlo k narušení povlaku. V experimentu, kdy byla spojena metoda kapkové zkoušky a stanovení přilnavosti mřížkovou metodou, obdržely nejhorší hodnocení přilnavosti ISO 3. Vzhledem k výše uvedeným faktům je možné se domnívat, že se nejedná o nátěrové hmoty s obsahem alkydových pryskyřic, nýbrž jde o modifikované alkydové pryskyřice, například alkyduretanové, které jsou chemicky odolnější.

Nátěrové systémy na bázi akrylátových pryskyřic, které se sestávají z barvy základní a barvy vrchní, mají nižší chemickou odolnost proti těmto rozpouštědlům. V kapkové zkoušce je interakce s rozpouštědlem patrná nejpozději do 2 minut od zahájení expozice. Pro nejdelší časový interval kapkové zkoušky, tedy 30 minut, a rozpouštědla Rhodiasolv IRIS a Rhodiasolv RDPE, tedy ta, která obsahují dimethylglutarát, došlo vždy k totální degradaci nátěrového systému. S rozpouštědlem Rhodiasolv DIB, který obsahuje diisobutylglutarát, tyto nátěrové systémy nereagují tak bouřlivě, což bylo dokázáno i v kombinaci s mřížkovou metodou. V tomto případě byla přilnavost hodnocena stupněm ISO 2.

Dále byla hodnocena odolnost systémů, které kombinují barvu základní a barvu vrchní v receptuře jedné nátěrové hmoty, tedy tzv. systémů 2v1. Nátěrový systém s obsahem alkydových pryskyřic při hodnocení chemické odolnosti nevynikl. V samostatném hodnocení přilnavosti mřížkovou metodou, vykazuje ne příliš dobrý výsledek, byl hodnocen stupněm ISO 4. Naopak akrylátový nátěrový systém překvapil svou přilnavostí, hodnocenou ISO 0. Jeho chemická odolnost byla srovnatelná, v některých případech i vyšší v porovnání se systémem, který samostatně tvoří základní a vrchní nátěrová hmota.

Přípravek Skywash prakticky potvrdil působení esterů kyseliny glutarové na vybrané nátěrové systémy. V případě interakce s akrylátovými nátěrovými systémy dochází k postupné degradaci. V případě interakce s alkydovými nátěrovými systémy nedochází k degradaci, tyto systémy jsou vůči působení tohoto čisticího prostředku odolné. Tak lze považovat testovaný čisticí prostředek s obsahem green solvents za vyhovující pro praktické použití.

## 6 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] CHALMIN, Emilie, Michel MENU a Colette VIGNAUD. Analysis of rock art painting and technology of Palaeolithic painters. *Measurement Science and Technology* [online]. 2003, **14**(9), 1590-1597 [cit. 2017-02-27]. DOI: 10.1088/0957-0233/14/9/310. ISSN 09570233. Dostupné z: <http://iop-science.iop.org.ezproxy.lib.vutbr.cz/article/10.1088/0957-0233/14/9/310/pdf>
- [2] Herbář Wendys - Rhus verniciflua - Škumpa fermežová. In: *Herbář Wendys* [online]. [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://botanika.wendys.cz/index.php/19-fr-polivka-uzit-kove-a-pametihodne-rostliny-cizich-zemi/1137-skumpa-fermezova-rhus-verniciflua>
- [3] TULKA, Jaromír. *Povrchové úpravy materiálů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2005. ISBN 80-214-3062-1.
- [4] SELUCKÁ, Alena, ed. *Povrchové úpravy železných kovů*. V Brně: Technické muzeum - Metodické centrum konzervace, c2012. ISBN 80-864-1394-5.
- [5] KALENDOVÁ, Andrea a Petr KALENDA. *Technologie nátěrových hmot I.: pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-719-4691-5.
- [6] KUBÁTOVÁ, Hana. *Nátěry kovů*. Praha: Grada, 2000. Profi. ISBN 80-247-9035-1.
- [7] TROJAN, Miroslav, Petr KALENDA a Zdeněk ŠOLC. *Technologie anorganických pigmentů*. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991. ISBN 80-851-1339-2.
- [8] *Technický list Balakryl UNI lesk* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky\\_list\\_uni\\_lesk\\_rm2016\\_cz\\_mail.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky_list_uni_lesk_rm2016_cz_mail.pdf)
- [9] Balakryl. *Balakryl* [online]. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <http://www.balakryl.cz>
- [10] SVOBODA, Miroslav. *Úvod do ochrany kovů proti korozi pomocí nátěrů*. 2. rozšířené. Pardubice: Vysoká škola chemickotechnologická v Pardubicích, 1978.
- [11] *Technický list Johnstone's Professional Gloss* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones\\_tl\\_professional-gloss\\_oz.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones_tl_professional-gloss_oz.pdf)
- [12] *Technický list Primalex Vrchní barva lesk* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/vrchni\\_barva\\_lesk.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/vrchni_barva_lesk.pdf)
- [13] Nařízení Evropského parlamentu a nařízení Rady ES č. 1272/2008. *Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky* [online]. 2008 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/37012/41392/494536/priloha008.pdf>
- [14] VALDAUF, Jiří. Náhrada chlorovaných rozpouštědel v procesech odmašťování. *Povrchové úpravy* [online]. 2008, **11** (4) [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/2008-04-clanek05.html>
- [15] GRIMMER, Jiří. *Organická rozpouštědla*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956.
- [16] NELSON, William M. *Green solvents for chemistry: perspectives and practice*. New York: Oxford University Press, 2003. ISBN 01-951-5736-2.
- [17] GUARDIA, Miguel de la a Salvador GARRIGUES MATEO, ed. *Handbook of green analytical chemistry*. Chichester: Wiley, 2012. ISBN 978-0-470-97201-4.
- [18] MIČKA, Miloš. Regenerace a likvidace průmyslových kapalin. *Povrchové úpravy*. 2016, **2016**(3), 50-51.
- [19] Solubility Parameters: Theory and Application. *The American Institute for Conservation* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://cool.conservations-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v03/bp03-04.html>
- [20] MLEZIVA, Josef. *Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití*. Praha: Sobotáles, 1993. ISBN 80-901-5704-1.

- [21] WOLFOVÁ, Lucie. *Studium rozpustnosti pojiv nátěrových hmot na základě jejich rozpustnostních parametrů = Study of solubility of paint binding agents on the basis of their solubility parameters: autoreferát disertační práce*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2008, 29 s.
- [22] HANSEN, Charles M. *Hansen solubility parameters: a user's handbook*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2007. ISBN 978-0-8493-7248-3.
- [23] HANSEN, Charles M. 50 Years with solubility parameters—past and future. *Progress in Organic Coatings* [online]. Elsevier B.V., 2004, **51**(1), 77-84 [cit. 2017-04-08]. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2004.05.004. ISSN 03009440. Dostupné z: [http://ac.els-cdn.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/S0300944004001298/1-s2.0-S0300944004001298-main.pdf?\\_tid=510ad61c-2c01-11e7-a282-00000aab0f02&acdnat=1493377162\\_8161cfe5b658bd3c599fb810c2630538](http://ac.els-cdn.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/S0300944004001298/1-s2.0-S0300944004001298-main.pdf?_tid=510ad61c-2c01-11e7-a282-00000aab0f02&acdnat=1493377162_8161cfe5b658bd3c599fb810c2630538)
- [24] MARTENS, Charles R. *Technology of paints, varnishes, and lacquers*. Huntington, N.Y.: R. E. Kreiger Pub. Co., 1968. ISBN 08-827-5154-9.
- [25] *Technický list Balakryl Antikor* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky\\_list\\_antikor\\_2016\\_cz\\_mail.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky_list_antikor_2016_cz_mail.pdf)
- [26] *Technický list Balakryl Základ* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky\\_list\\_zaklad\\_2016\\_cz\\_mail.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky_list_zaklad_2016_cz_mail.pdf)
- [27] *Technický list Balakryl Kov 2v1* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky\\_list\\_kov2v1\\_2016\\_cz\\_mail.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/technicky_list_kov2v1_2016_cz_mail.pdf)
- [28] *Technický list Primalex 2v1* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/jednovrstva\\_barva\\_2v1.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/jednovrstva_barva_2v1.pdf)
- [29] *Technický list Primalex Antikorozní barva* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/antikorozni\\_barva.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/antikorozni_barva.pdf)
- [30] *Technický list Primalex Základní barva na dřevo* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/z%C3%A1kladn%C3%AD\\_barva.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/z%C3%A1kladn%C3%AD_barva.pdf)
- [31] *Technický list Johnstone's Professional Undercoat* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones\\_tl\\_professional-undercoat\\_oz.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones_tl_professional-undercoat_oz.pdf)
- [32] *Technický list Johnstone's Wood Primer* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones\\_tl\\_wood-primer.pdf](http://uloziste.primalex.cz/gallery/johnstones_tl_wood-primer.pdf)
- [33] Elcometer 3520 Baker Film Applicator. *Elcometer* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.elcometer.com/en/physical-test-equipment/film-application/barcoaters-film-applicators/elcometer-3520-baker-film-applicator.html>
- [34] Lach-ner Dichlormethan stabilizovaný čistý specifikace. *Lach-ner* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.lach-ner.com/exec/print.aspx?specification=11666>
- [35] *Bezpečnostní list Dichlormethan čistý* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://www.lach-ner.com/files/75-09-2\\_Dichlormethan\\_v6\\_CZ.pdf](http://www.lach-ner.com/files/75-09-2_Dichlormethan_v6_CZ.pdf)
- [36] Dichlormethan. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=6104>
- [37] *Technický list a produktové informace k Rhodiasolv IRIS*.
- [38] *Bezpečnostní list Rhodiasolv IRIS*.
- [39] Dimethyl 2-methylglutarate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=105525>
- [40] *Technický list a produktové informace k Rhodiasolv RDPE*.
- [41] Dimethyl glutarate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=13605>
- [42] Dimethyl succinate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=13848341>

- [43] Dimethyl adipate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=11824>
- [44] *Technický list a produktové informace k Rhodiasolv DIB.*
- [45] Diisobutyl glutarate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=104603>
- [46] Diisobutyl succinate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=63400>
- [47] Diisobutyl adipate. In: *ChemSpider* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/ImageView.aspx?id=8499>
- [48] *Technický list 3M Skywash.*
- [49] *Bezpečnostní list 3M Skywash.*
- [50] MÁLEK, Miroslav a Jiří TRNKA. *Zkoušení nátěrových hmot a nátěrů.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1959.
- [51] *Návod k obsluze spektrometru Xrite RM 200.*
- [52] Xrite CAPSURE, RM 200. In: *Xrite* [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [http://www.xrite.com/-/media/global-product-images/c/capsure/capsure-handheld\\_01.jpg](http://www.xrite.com/-/media/global-product-images/c/capsure/capsure-handheld_01.jpg)
- [53] ČSN EN ISO 2812-4 (673099) *A Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti proti kapalinám. Část 4, Kapkové metody.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [54] ČSN EN ISO 2409 (673085) *A Nátěrové hmoty - Mřížková zkouška.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

atd.	a tak dále
DCM	dichlormethan
KOKP	kritická objemová koncentrace pigmentu
OKP	objemová koncentrace pigmentu
VOC	těkavé organické sloučeniny, z anglického termínu volatile organic compounds
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný, takzvaná, takzvané

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

$\delta$  parametr rozpustnosti